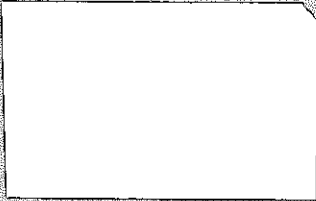


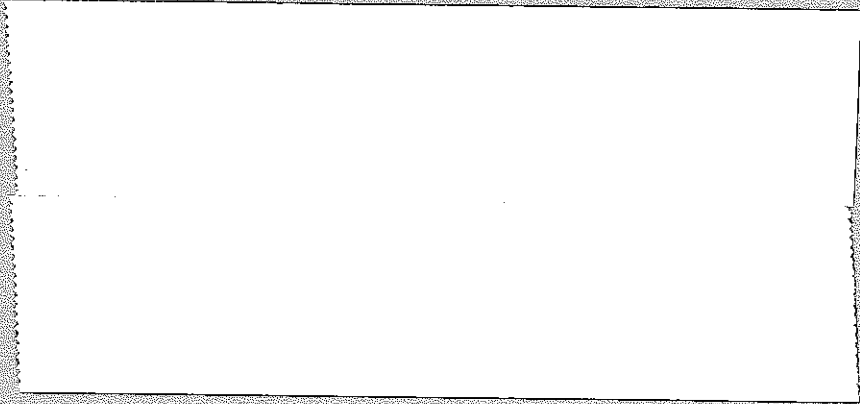
区分変更	
図号	←
作成年月日	昭和13年7月31日

炉心動特性解析コード

「EUREKA-FBR」マニュアル



1989年2月



動力炉・核燃料開発事業団
大洗工学センター

本資料の全部または一部を複写・複製・転載する場合は、下記にお問い合わせください。

〒319-1184 茨城県那珂郡東海村大字村松4番地49
核燃料サイクル開発機構
技術展開部 技術協力課

Inquiries about copyright and reproduction should be addressed to:
Technical Cooperation Section,
Technology Management Division,
Japan Nuclear Cycle Development Institute
4-49 Muramatsu, Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki, 319-1184
Japan

© 核燃料サイクル開発機構 (Japan Nuclear Cycle Development Institute)



配 布 限 定
PNC T&N9520 89-003
1989年 2 月

炉心動特性解析コード 『EUREKA-FBR』 マニュアル

原 昭浩*，鈴木 惣十**，池上 哲雄**，
小坂 一郎*，中西 征二*，谷山 洋*，

要 旨

FBR 大型炉では、制御棒誤引き抜きのような局所的な反応度投入に対して出力分布及び中性子束分布の歪みが大きくなる傾向にある。従って、制御棒誤引き抜き事象の動特性解析を行う場合、出力の歪みに対応した動特性解析を実施しなくてはならない。そこで、同様な目的で軽水炉用に開発された多チャンネル一点炉動特性解析コードEUREKA（公開コード，原研作成）に対し、高速炉用の改良を施し、EUREKA - FBRコードを作成した。

* 大洗工学センター，技術開発部，プラント工学室

** （現）日本原子力発電，高速炉開発部

目 次

1. EUREKA - FBRコードの概要	1
2. 計算モデル	3
2.1 炉心モデル	3
2.2 燃料セルモデル	4
3. 物理モデル	7
3.1 動特性方程式	7
3.2 反応度フィードバック計算	8
3.3 燃料要素内温度分布計算	9
3.4 冷却材温度計算	10
3.5 主要物性値計算	11
4. プログラム構成	15
5. 入力マニュアル	17
6. 検証計算	34
文 献	91
謝 辞	92
付録1. 入力データサンプル	93
付録2. 出力結果サンプル	101
付録3. EUREKAマニュアルよりの抜粋	113
付録4. EUREKA - FBRプログラムツリー	123
付録5. EUREKA - FBRコードのサブルーチンの機能説明	125

1. EUREKA - FBRコードの概要

EUREKA - FBRコードは、高速増殖炉の急激な反応度投入に伴う運転時の異常な過渡変化を解析するために開発された3次元空間動特性解析コードである。

本コードは日本原子力研究所で軽水炉用に開発された一点炉動特性解析コードEUREKA⁽¹⁾に対し、高速増殖炉用の改良を施し、また出力分布の時間による変化の扱いを可能にしたものである。また、空間分布の扱いについては同じく日本原子力研究所で開発された空間炉動特性解析コードEUREKA - SPACE⁽²⁾を参考にした。空間的な扱いとしては、任意の時間で熱水力計算に対し出力分布の変更を指示することができる点にある。炉心の反応度に対するフィードバック効果としては、EUREKAコードではドップラー効果の他に、冷却材温度効果、ボイド効果、燃料膨張効果によるものが考慮されているが、本コードでは高速増殖炉用に扱う反応度の種類やその算出式に変更を加えた。

本コードのEUREKAに対する主な改良点は、下記のとおりである。

- 1) 扱うフィードバック反応度の変更
 - ・ドップラー反応度
 - ・燃料の膨張による反応度
 - ・被覆管の膨張による反応度
 - ・冷却材温度反応度
 - ・ラッパー管の膨張による反応度
- 2) フィードバック反応度算出式の変更
- 3) 炉心内出力分布の炉心拡散計算結果よりのファイル入力
- 4) 熱水力計算における炉心内径方向領域（チャンネル）の拡大（最大20）
- 5) スクラム信号の判定追加
- 6) 物性値の入力形式の変更・計算式の追加
- 7) 燃料タイプ指定の追加
- 8) 燃料密度計算式の追加
- 9) 燃料ペレットの中心空孔の考慮
- 10) 出力形式の変更
- 11) 時系列データのプロットファイルへの書き出し
- 12) 軸方向異種燃料の扱いを考慮

なお本コードでは、炉心内ナトリウムの圧損は考慮せず冷却材圧力は一定、ナトリウムのボイド発生は考えない、チャンネル間の流量配分は時間で変化しない、などの仮定をしている。

これらの改良により、EUREKA-FBRコードでは高速増殖炉を対象とし、炉心内径方向20種類の領域（チャンネル）、軸方向20領域（ノード）に任意に分割し、また燃料要素内は半径方向に25領域に分割して、燃料温度計算、冷却材温度計算などが可能になった。また、時間的空間的な出力分布の変化も、予め必要計算点で炉心計算を実施することにより、直線内挿により任意の時間での出力分布を熱水力計算に与えることができる。また、熱水力計算で求められた温度条件より高速増殖炉特有のフィードバック反応度計算を行い、動特性計算へ反映させる。これらの各計算相互の関係の概要を図1.1に示す。

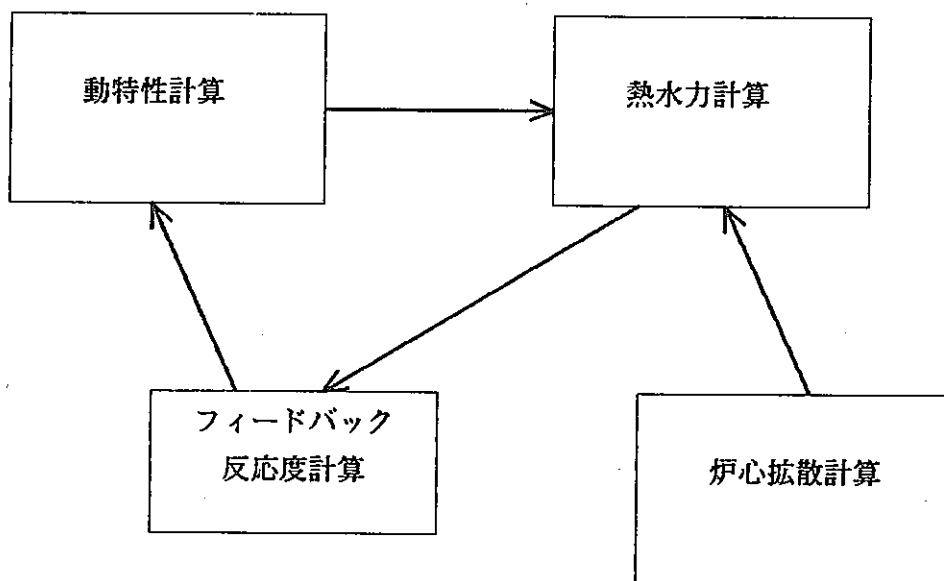


図1.1 EUREKA-FBRの構成

2. 計算モデル

EUREKA-FBRコードで扱っている径方向分割（チャンネルと呼ぶ）、軸方向分割（ノードと呼ぶ）及び燃料セル内の径方向分割モデルについて以下に示す。また、拡散計算より出力分布を入力することもできるが、拡散計算メッシュとチャンネル分割・ノード分割との対応関係についても述べる。

2.1 炉心内分割モデル

炉心内は径方向に内側炉心・外側炉心・径方向ブランケット・着目集合体グループ（誤引き抜き制御棒周りの集合体）などのチャンネルに分割できる。プログラムでは、最大21チャンネルまで可能となっている。また、軸方向には炉心部を数分割・上下ブランケット部を数分割し最大20ノードまで設定できる。

炉心拡散計算より出力分布を入力する場合、径方向には拡散計算体系（計算で扱う全メッシュ数）に対応したチャンネル指定をする必要がある。軸方向についても、拡散計算メッシュに対応してノード指定を行う。軸方向ノード境界は拡散計算のメッシュの整数個の境界と一致しなければならない。径方向・軸方向とも熱発生する領域のみを対象とし、原則として遮蔽体・制御棒集合体・Naフォロワーなどの非発熱領域（ γ 発熱・中性子の減速による発熱を考えない場合）はチャンネル指定は行わない。つまり、チャンネル番号・ノード番号を“0”とする必要がある。拡散計算での計算体系は、六角-Zモデルに限定している。なお、ノードの高さ・集合体のピッチは拡散計算結果のファイルより入力するため、新たな入力は不要である。

また、出力分布をカード入力する場合、径方向チャンネル指定は拡散計算より入力する場合とほぼ同様に炉心マップを与える。軸方向には下部より順番号を与え、ノードの大きさはノード境界の高さにより設定する。

この、チャンネル分割・ノード分割の様子を図2.1に示す。

2. 2 燃料セル内分割モデル

燃料セルの形状は図2. 2に示すように円筒形状であり、これを半径方向に最大25分割することができる。その構成は中心より空孔・燃料ペレット・被覆管・冷却材の4種類より成る。空孔の大きさは燃料と被覆管の間のギャップが潰れ、中心に集まるという仮定のもとに、体積を保存するように算出した。つまり、燃料ペレットの外径を r_f 、被覆管の内径を r_c とすると空孔の半径 r_v は下式で求まる。

$$r_v = \sqrt{(r_c^2 - r_f^2)}$$

また、燃料物質の温度による結晶質変化に対応するため、同一燃料の物性値をペレット内で最大5種類まで変更可能となっている。

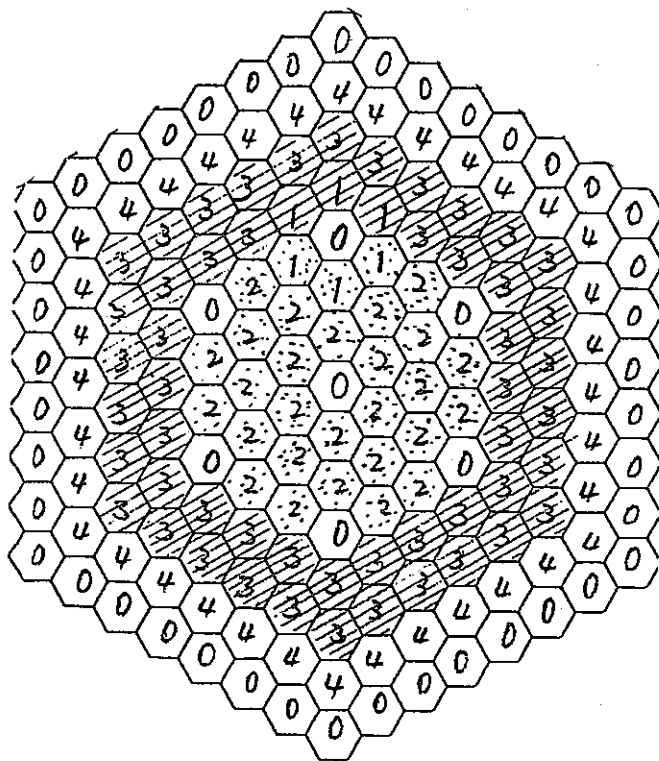
18	遮蔽体	0	0
17		0	
16	上部BL	7	7
15		7	
14		6	6
13		6	
12	炉	5	5
11		5	
10	心	4	4
9		4	
8		3	3
7		3	
6		2	2
5		2	
4	下部BL	1	1
3		1	
2	遮蔽体	0	0
1		0	

軸方向分割モデル

拡散計算メッシュ

熱水力計算メッシュ

(左の数字は拡散メッシュに対する指定)



径方向分割モデル

図2.1 炉心分割モデル

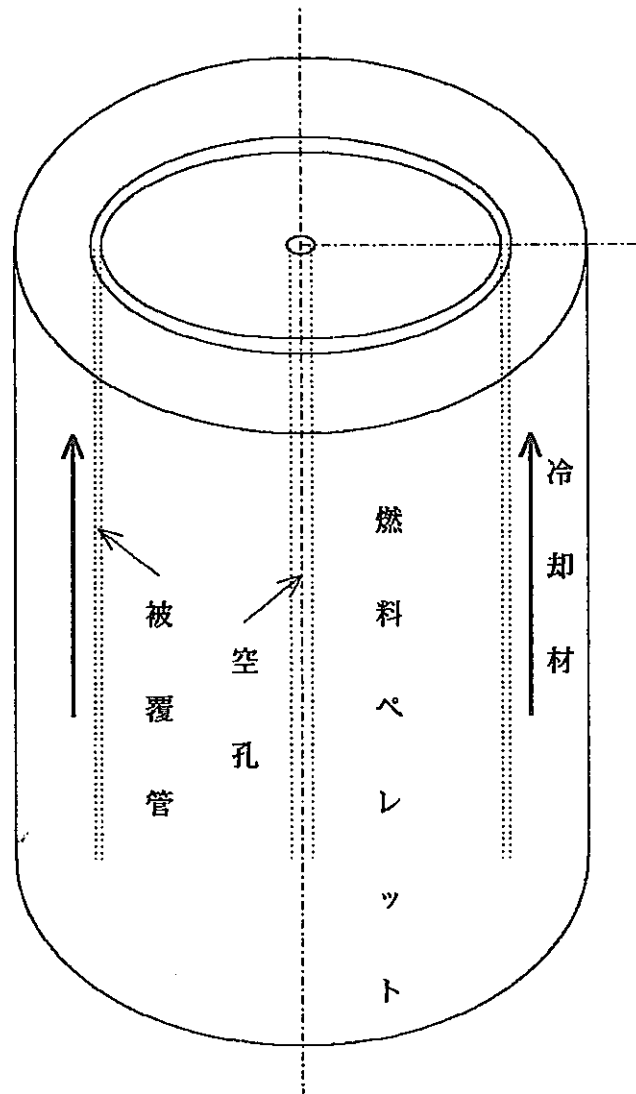


図2.2 燃料セルモデル

3. 物理モデル

EUREKA-FBRコード内で使用している基礎式について、下記5項目について説明する。

- ・ 動特性方程式
- ・ 反応度フィードバック計算
- ・ 燃料温度分布計算
- ・ 冷却材温度計算
- ・ 物性値計算式
- ・ ギャップコンダクタンス

ただし、EUREKAコードと異なる点を中心にし、EUREKAコードと同様の式に關しては、その詳細や解法については文献(1)(2)に譲るとして、ここでは概略を記述する。なお、動特性方程式・燃料温度計算については付録に文献(1)の抜粋を添付している。

3.1 動特性方程式

核的な動特性は次式に示す一点動特性方程式を、Cohenの数値計算法に基づいて解いている。

$$\frac{dN(t)}{dt} = \frac{\rho(t) - \beta}{\lambda} N(t) + \sum \lambda_i C_i(t) + S_0$$

$$\frac{dC_i(t)}{dt} = \frac{\beta_i}{\lambda} N(t) - \lambda_i C_i(t) \quad , i=1, \dots, 6$$

$$\frac{dE(t)}{dt} = N(t)$$

- t : 時刻(sec)
 N(t) : 中性子密度(n/cm³)
 C_i(t) : 第i組の遅発中性子先行核密度(n/cm³)
 ρ(t) : 反応度(Δk/k)
 β : 遅発中性子割合(-)
 β_i : 第i組の遅発中性子割合(-)
 λ : 中性子寿命(sec)
 λ_i : 第i組の遅発中性子先行核の崩壊定数(sec⁻¹)
 S₀ : 中性子源密度(n/sec.cm³)
 E(t) : ∫ N(t) dt

3.2 反応度フィードバック計算

EUREKA-FBRコードでは炉心の熱水力特性に基づくフィードバック反応度としては、

- ・ドップラー反応度
- ・燃料の膨脹による反応度
- ・被覆管の膨脹による反応度
- ・冷却材温度反応度
- ・ラッパー管の膨脹による反応度

の5種類を考慮している。これらの反応度は、対象物質の温度変化と反応度係数の積を炉心全体で積分することにより得られる。

この反応度係数は炉心内各領域（内側炉心、外側炉心、径方向ブランケット、炉心部軸方向ブランケット、径方向ブランケット部軸方向ブランケット）毎の、炉心全体に及ぼす反応度として与えられている。この領域をフィードバック反応度領域とする（表6.3参照）。

このため、各計算メッシュ毎に算出された各フィードバック反応度とフィードバック反応度領域ごと1.0に規格化された体積比（表6.6参照）との積を炉心全体に合計して、炉心へ及ぼす反応度とする。つまり、各計算メッシュでのドップラー反応度を $\rho_{D,j,k}$ 、その他の反応度を $\rho_{X,j,k}$ とすると、 $\rho_{D,j,k} \cdot \rho_{X,j,k}$ は

$$\rho_{D,j,k} = K_{D,n} \cdot \ln(T_{F,j,k} / T_{F0,j,k})$$

$$\rho_{X,j,k} = K_{X,n} \cdot (T_{X,j,k} - T_{X0,j,k})$$

$K_{D,n}$: フィードバック反応度領域nでのドップラー反応度係数($\Delta k/k$)

$K_{X,n}$: フィードバック反応度領域nでのその他の反応度係数($\Delta k/k/^\circ C$)

$T_{F,j,k}$: 計算メッシュj, kでの燃料温度($^\circ K$)

$T_{X,j,k}$: 計算メッシュj, kでのその他材質の温度($^\circ C$)

$T_{F0,j,k}$: 計算メッシュj, kでの初期燃料温度($^\circ K$)

$T_{X0,j,k}$: 計算メッシュj, kでのその他材質の初期温度($^\circ C$)

で求められる。

炉心全体のドップラー反応度を ρ_D 、その他の反応度を ρ_X とすると、 $\rho_D \cdot \rho_X$ は以下の式で算出される。

$$\rho_D = \sum \rho_{D,j,k} \cdot VR_{n,j,k}$$

$$\rho_X = \sum \rho_{X,j,k} \cdot VR_{n,j,k}$$

$VR_{n,j,k}$: フィードバック反応度領域 n での体積比(-)
(領域 n の体積 1.0 に規格化)

この結果より、炉心全体の反応度 ρ は次式で得られる。

$$\rho = \rho_D + \sum \rho_X$$

3.3 燃料要素内温度分布計算

燃料体において、半径方向の長さと比較して、軸方向の長さが非常に長いものであると仮定した場合、軸方向の熱伝導は無視してよい。さらに、熱伝導が半径方向にのみ生じ、熱源が角度に依存しないと仮定し、次の熱伝導方程式を用いて燃料要素内温度分布の計算を行う。

$$\rho C_p \frac{\partial T}{\partial t} = \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left(K r \frac{\partial T}{\partial r} \right) + q(r, z, t)$$

- T : 温度(℃)
 q : 発熱密度(W/cm³)
 K : 熱伝導係数(W/cm℃)
 r : 半径方向位置(cm)
 ρC_p : 体積熱容量(cal/cm³℃)

3.4 冷却材温度計算

冷却材温度計算は、

$$A C_p \rho \left(\frac{\partial T}{\partial t} + u \frac{\partial T}{\partial z} \right) = Q$$

- ρ : 冷却材密度 (g/cm³)
 T : 冷却材温度 (℃)
 A : チャンネル流路断面積 (cm²)
 u : 冷却材流速 (cm/sec)
 z : チャンネル軸方向高さ (cm)
 Q : 発熱量 (W)
 t : 時刻 (sec)
 C_p : 冷却材比熱 (cal/g℃)

の微分方程式で冷却材温度を算出する。実際には、プログラム内で下式に示す差分式で解いている。

$$T_{j+1} (t_0 + \Delta t) = T_{j+1} (t_0) + \frac{\rho_{j+1} u_{j+1} \Delta t (T_j (t_0) - T_{j+1} (t_0))}{\rho_{j+1} \Delta z \cdot C_p} + \frac{Q \cdot \Delta t}{\rho_{j+1} \Delta z \cdot A \cdot C_p}$$

3.5 物性値計算式

EUREKA-FBRコードでは物性値は入力データやプログラム内蔵データよりプログラム内で自動的に計算される。計算される物性値は、理論密度、比熱、熱伝導度、被覆管-冷却材熱伝達係数である。以下で、これらの物性値の計算式と内蔵データについて説明する。

3.5.1 理論密度

・燃料

$$\rho = aY + b - c(d - X)$$

X : O/M比

Y : PuO₂ 富化度 PuO₂ / (Pu, U)O₂

$$a = 0.48 \text{ for } (Pu, U)O_2, \quad 0.0 \text{ for } UO_2$$

$$b = 10.96, \quad 10.96$$

$$c = 2.5, \quad 0.0$$

$$d = 2.00, \quad 0.0$$

・被覆管

$$\rho = a + bT$$

T : 温度 (°C)

$$a = 7.977$$

$$b = -3.547 \times 10^{-4}$$

・ナトリウム

$$\rho = a + bT + cT^2 + dT^3$$

T : 温度 (°C)

$$a = 0.9501$$

$$b = -2.2976 \times 10^{-4}$$

$$c = -1.460 \times 10^{-8}$$

$$d = 5.638 \times 10^{-12}$$

3.5.2 比熱

・燃料

$$C_p = a + bT + cT^2 + dT^3$$

T : 温度 (°C)

$$a = 12.54 \quad \text{for } (Pu, U)O_2 \quad , 16.31 \quad \text{for } UO_2$$

$$b = 1.70 \times 10^{-2} \quad , 9.35 \times 10^{-3}$$

$$c = -1.17 \times 10^{-5} \quad , 7.947 \times 10^{-6}$$

$$d = 3.07 \times 10^{-9} \quad , 3.063 \times 10^{-9}$$

・被覆管

$$C_p = a + bT + cT^2 + dT^3$$

T : 温度 (°C)

$$a = 0.1044$$

$$b = 0.1586 \times 10^{-4}$$

$$c = -2.967 \times 10^{-7}$$

$$d = 2.123 \times 10^{-10}$$

・ナトリウム

$$C_p = a + bT + cT^2$$

T : 温度 (°C)

$$a = 0.34324$$

$$b = -1.3868 \times 10^{-4}$$

$$c = 1.1044 \times 10^{-7}$$

3.5.3 熱伝導度

・燃料

$$K = a + \frac{b}{\left(c + \frac{d(1-\rho)}{O/M - 1.9}\right) \cdot T + e} + f T^3$$

ρ : 対理論密度比

O/M : O/M 比

T : 温度 (°C)、但し、UO₂ 燃料の場合は (°K)

a = 0.01169 for (Pu, U)O ₂	, 0.0	for UO ₂
b = 1.0	, 38.24	
c = 0.06717	, 1.0	
d = 0.02226	, 0.0	
e = 0.0	, 129.4	
f = 7.214 × 10 ⁻¹³	, 6.13 × 10 ⁻¹³	

・被覆管

$$K = a + bT$$

T : 温度 (°C)

$$a = 3.15348 \times 10^{-2}$$

$$b = 3.10570 \times 10^{-5}$$

・ナトリウム

$$K = a + bT + cT^2$$

T : 温度 (°C)

$$a = 0.1044$$

$$b = 0.1586 \times 10^{-4}$$

$$c = -2.967 \times 10^{-7}$$

3.5.4 被覆管-冷却材間熱伝達係数

$$H = \frac{K_m}{D} \{ a + b \cdot (c \cdot P_e)^d \}$$

$$P_e = DV\rho_m C_{p_m} / K_m$$

H : 被覆管-冷却材間熱伝達係数 (cal/sec-cm²·°C)

P_e : ペクレル数

D : 等価水力直径 (cm)

V : 冷却材流速 (cm/sec)

ρ_m : 冷却材密度 (g/cm³)

C_{p_m} : 冷却材比熱 (cal/g-°C)

K_m : 冷却材熱伝導率 (cal/sec-cm-°C)

$$a = 7.0$$

$$b = 0.025$$

$$c = 0.5$$

$$d = 0.8$$

3.5.5 ギャップコンダクタンス

ペレットと被覆管の間のギャップコンダクタンスは下記の値を使用している。

$$1000 \text{ Btu/ft}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{°F}$$

ただし、プログラム内では単位変換して、

$$0.1356 \text{ cal/sec} \cdot \text{cm}^2 \cdot \text{°C}$$

としている。

4. プログラム構成

本プログラムはこれまで述べてきたように、下記の6つの主要な部分から成る。

- ・ 物性値計算を含む入力データのセット
- ・ 炉心拡散計算結果よりの出力分布編集
- ・ 動特性計算
- ・ 反応度フィードバック計算
- ・ 燃料要素内温度分布計算
- ・ 冷却材温度計算

この計算の流れを説明する。

まず、投入反応度、初期出力、燃料セル幾何学的形状、炉心内チャンネル・ノード分割データ、燃料タイプ設定データ、物性値計算用係数、冷却材流量データ、計算時間指定データ、出力分布のファイルまたはカード入力、スクラム信号用データ、アウトプット制御データなどを読み込み、物性値計算・出力分布割り付けを行う。

つぎに、時刻0の出力分布より定常計算を実施し、初期の冷却材温度・燃料温度などを求める。

それから、動特性計算により微小時間ステップ間隔で炉心絶対出力を計算する。この出力と、入力で与えた出力分布より、計算メッシュ毎に温度計算を行う。この動特性計算と熱計算を、繰り返していく。通常、熱計算の時間ステップは動特性の時間ステップより大きめにとり、動特性のステップの整数倍とする。これらの時間ステップは全計算時間帯のなかで任意に設定できる。

この繰り返し計算の間、熱計算の入力となる出力分布は指定時間で変更可能であり、入力した出力分布の時間に対し、直線内挿で求めた分布をチャンネル・ノード分割された計算メッシュに割り付ける。

このように、計算時間を進めていき、スクラム信号がかかった時点でスクラム反応度を投入する。

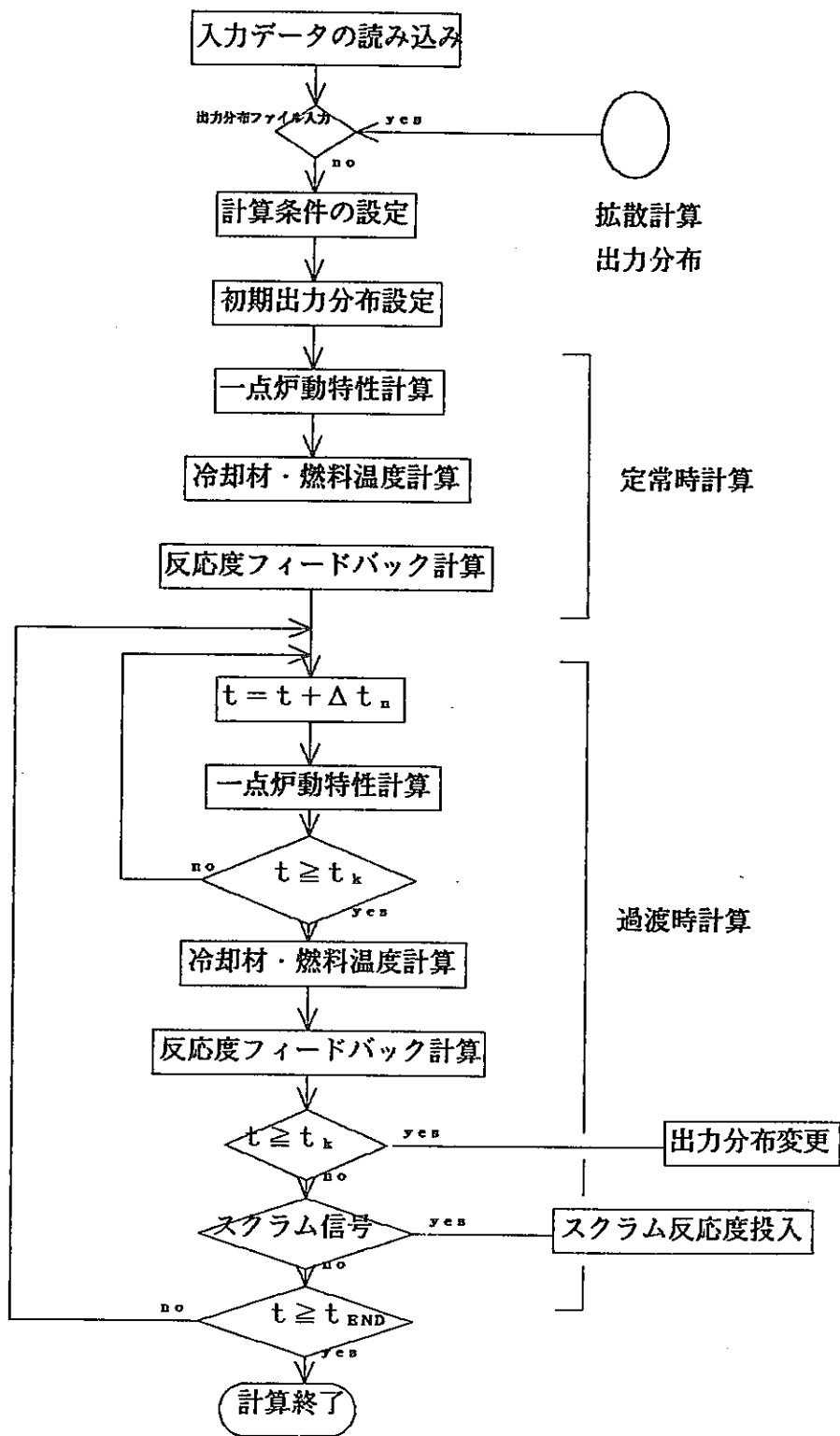


図4.1 EUREKA-FBR計算流れ図

5 入力マニュアル

EUREKA-FBRコードの入力は主に、初期条件、投入反応度データ、チャンネル指定データ、燃料セル幾何形状データ、フィードバック計算用データ、物性値計算データ、計算時間指定データ、出力分布読み込みデータ、スクラム信号データ、アウトプット制御データ、からなる。

入力方法は、表5.1に示すキーワード指定によるフリーフォーマット入力である。データの区切りは空白カラム、「,」、「(」、「)」で分けられる。燃料タイプの指定で正時は燃料を意味するが、0は被覆管、-1は冷却材を意味するなど、データの意味が異なる場合があるので、注意を要する。詳細は後で説明している。

また、物性値など一部のデータについてはプログラム内に内蔵されているので、入力不要となっている。

出力分布をファイル入力する場合、もちろん出力分布の入力は不要であるが、軸方向ノード分割、領域ごと体積比の入力も不要となっている。径方向・軸方向のチャンネル指定・ノード指定のデータは拡散計算メッシュ全部をカバーするように入力する。

表5.1 EUREKA-FBRコード入力キーワード一覧

INITIAL	炉心の初期条件
REACTIVI	時間依存の印加反応度入力
SCRAMREA	スクラム反応度の読み込み
SCRAMSIG	スクラム信号を送る条件指定
CONVERGE	計算の収束条件設定
TGEOM	熱水力計算チャンネル数の指定
TREGION	チャンネル番号・ノード番号ごとの燃料タイプの指定
HOTSPOT	ホットスポット計算の指定
CHCORRES	核熱計算(平面)メッシュ対応指定
AXCORRES	核熱計算(軸方向)メッシュ対応指定
VOLUME	体積比読み込み
FLOW	冷却材全流量
FLOWRATI	冷却材流量のチャンネル比
CGEOM	燃料セルの幾何学的寸法
CELLMESH	燃料セル内メッシュ点半径の任意指定
CREGION	燃料セル内の各半径方向メッシュ間領域の材質指定
NODELENG	軸方向ノード位置
FUELTYPE	燃料タイプの情報
DENSITY	密度算出式の係数
CAPACITY	比熱算出式の係数
CONDUCT	熱伝導度算出式の係数
TRANSFER	被覆管-冷却材間熱伝達係数計算式指定
FEEDBACK	フィードバック反応度計算用データ
KINETICS	動特性パラメータ
TIME	計算時間及び出力分布読み込み(変更)指定
POWER	出力分布読み込み
PRINT	プリント制御用データ
PLOT	プロット制御用データ
ENDDATA	パラメータ入力終了告知カード

INITIAL 炉心の初期条件

TOTPW : 炉出力 (MW) (初期状態でのみ有効)
 GTOT : 冷却材全流量 (kg/sec) (初期状態でのみ有効)
 TIN : 冷却材温度 (°C) (初期状態でのみ有効)
 IFDB : ドップラー反応度算出オプション

- 0 燃料平均温度を使用して算出する。
- 1 燃料表面温度を使用して算出する。

REACTIVI 時間依存の印加反応度入力値

TSR (2~KDOP+1) : 時刻 (sec)
 RED (2~KDOP+1) : 印加反応度 ($\Delta k/k$)

外乱として炉心に印加される反応度を TSR, RED の順に KDOP 組入力する。時刻 0 における印加反応度は、コード内で自動的に 0 (臨界状態) とおかれるので入力する必要はない。また、入力した組数が自動的に KDOP になるので、これも入力不要である。任意の時刻における印加反応度は、その時刻に前後する 2 つの与えられた時刻における値を、コード内で線形内挿して計算に用いる。

SCRAMREA 時間依存形のスクラム反応度読み込み

(KSCRAM) : 時間依存のスクラム反応度入力数 ($0 \leq KSCRAM \leq 20$)
 TSCRAM (1~KSCRAM) : スクラム開始後時刻 (sec)
 SCRAM (1~KSCRAM) : スクラム反応度の絶対値 ($\Delta K/K$)

スクラム反応度は、20 点以内の時刻における値として入力することができ、スクラム開始後の任意の時刻における投入反応度は、その時刻に前後する 2 つの与えられた時刻における値を線形内挿して定め

る。入力は、開始後時刻・反応度絶対値の順で1組
ずつKSCRAM組分あたえる。KSCRAMは、
コード内で自動的にカウントされるので入力不要。

SCRAMSIG スクラム信号を送る条件指定

- TRIP : スクラム遅れ時間 (sec)
POWRU : 定格炉出力に対する比上限 (-)
FLOWL : 冷却材全流量下限 (kg/sec)
TMODU : 冷却材出口温度上限 (°C)
HFLXU : 線出力密度上限 (kW/cm)
FLXU : ダミー
REACU : 投入反応度高上限 ($\Delta K/K$)
TIMSM : 計算時間上限 (sec)

遅れ時間以外の上記の条件が限界を越えるとスクラ
ム信号が出される。スクラム条件から外す場合は、
その条件の限界値に0.0をあたえる。

CONVERGE 計算の収束条件設定

- EPI1 : 反応度フィードバック量の予想値と実際の計算値との差に関
する許容誤差。時刻 t_k における熱・水力計算の結
果得られた反応度フィードバック量 ρ_{FB} の値と、1
ステップ前の時刻 t_{k-1} までに得られたフィードバッ
ク量から外挿した時刻 t_k におけるフィードバック
量の予想値 ρ_{FBG} を比較し、

$$\left| \rho_{FB} - \rho_{FBG} \right| \leq EPI1 \quad (\%)$$

であれば、フィードバック量の予想は良好であった
と見なして、次の熱・水力計算時間ステップまでの
間の1点炉動特性計算を続行する。上の条件が満足
されない場合には、時刻 t_k に対するフィードバッ
ク量を修正し、1ステップ前の時刻から再計算する。

T G E O M 熱・水力計算領域数の指定

I M A X : 燃料セル内半径方向メッシュ点数 ($5 \leq I M A X \leq 26$)

J M A X : 燃料要素の軸方向ノード数 ($2 \leq J M A X \leq 21$)

K M A X : チャンネル数 ($1 \leq K M A X \leq 20$)

M E S H : 燃料セル内半径方向メッシュ点指定

燃料セル内の各メッシュ点の半径をコード内で計算
する場合には、この値を0とする。この場合には、
各物質領域毎に等間隔の半径でメッシュ点を算出す
る。また、各メッシュ点の半径を任意に与えるには、
この値を >0 とする。

T R E G I O N チャンネル番号・ノード番号ごとの燃料タイプ指定

K : チャンネル番号

N F U E L (1 ~ J M A X , K) : 燃料タイプ番号

チャンネル単位で燃料タイプを、ノード番号の小さ
い方から順に与える。チャンネルの数だけ必要であ
る。各燃料タイプのプロフィールは、後述の数種類
のカードで記述する。

H O T S P O T ホット・スポット計算の指定

P W H S : ホット・スポットの最大線出力

K H S : ホット・スポット計算を行うチャンネルNo.

F L R H S : ホット・スポットの流量分配比

CHCORRES 核・熱計算（平面）メッシュ対応指定

IX : 核計算平面メッシュ (i, j) のx方向インデックス

JY : 核計算平面メッシュ (i, j) のy方向インデックス

MAXY (IX, JY~JY+...) : 核計算平面メッシュ対応熱計算チャンネル番号。核計算平面メッシュ (i, j) において i, j は各々 x, y 方向のインデックスであり、遮蔽体も含んだ番号である。（遮蔽体領域には、0 をセットする。）メッシュに対応する熱計算チャンネル番号を (IX, JY) から始めて $i = IX$ の列を連続して個数分入力する。（最大は x 方向、y 方向とも 40 である。）

AXCORRES 核・熱計算（軸方向）メッシュ対応指定（拡散計算ファイルから出力分布を入力するときのみ必要）

KZ : 核計算軸方向メッシュ (k) の軸方向インデックス

MZ (KZ~KZ+...) : 核計算軸方向メッシュ対応熱計算軸方向ノード番号。核計算軸方向メッシュ (k) において k は軸方向のインデックスであり、遮蔽体も含んだ番号である。（遮蔽体領域には 0 をセットする。）メッシュに対応する軸方向ノード番号を KZ から初めて連続して個数分入力する。（メッシュの最大は 50 までなので、これを越えて入力してはならない。）

VOLUME 体積比読込

K0 : 体積比読込チャンネル番号

DVBVX (1~JMAX, K0) : 体積比 (-)。各チャンネルごとに軸方向ノードの数だけ与える。各フィードバック反応度領域ごとに合計が 1.0 になるように正規化して与える。入力されない場合は、燃料タイプと

フィードバック反応度領域は同一として計算する。
出力分布がファイル入力の場合は自動的に計算し、
このカードは不要である。

FLOW 時間依存の冷却材全流量

(KFLOW) : 時間依存の冷却材全流量入力数 ($0 \leq KFLOW \leq 20$)

TFLOW (1~KFLOW) : 冷却材全流量指定時刻 (sec)

RFLOW (1~KFLOW) : 指定時刻の冷却材全流量 (kg/sec)

時刻・流量の順でKFLOW組与える。KFLOW
はコード内で自動的にカウントするので入力不要。
任意の時刻における冷却材全流量は、その時刻に前
後する2つの与えられた時刻における値を線形内挿
して定める。入力が無い場合は初期流量で一定とみ
なされる。

FLOWRATI 冷却材流量のチャンネル比

FLOWR (1~KMAX) : 冷却材全流量に対する各チャンネル流量
の割合 (チャンネルの合計が1.0になる)

CGEOM 燃料セルの幾何学的寸法

RCELL : 燃料セルの等価半径 (cm)

SRA : 燃料ペレットの半径 (cm)

SRB : 被覆管内面の半径 (cm)

SRC-SRB : 被覆管の厚さ (cm)

CELLMESH セル内メッシュ点半径の任意指定

K0 : チャンネル番号

SR (1~IMAX, K0) : セル内メッシュ半径 (cm)

前述のTGEOMカードのMESHに >0 の値を入
れた場合のみ、ここでセル内の各メッシュ点の半径
(cm)を、内側から順にIMAXまで与える。一番

内側のメッシュ点の半径は0.0 (cm)とし、一番外側の半径はRCELL (cm)とする。冷却材領域中のメッシュ点は半径RCELL (cm)の1点のみとし、また、ギャップ領域の中にはメッシュ点を設けることはできない。

CREGION 燃料セル内の各半径方向メッシュ間領域の材質指定

NPLET (1~IMAX-1) : 領域の材質指定

TGEOMカードで与えたMESHの値が0の場合には、燃料セル内の半径方向メッシュ間の領域の材質を、中心側から順にIMAX-1個まで与える。材質は、0が空穴、1~5が燃料、6が被覆管、7が冷却材である。

NODELENG 軸方向ノード位置 (出力分布をカードより入力時のみ必要)

HZ (1~JMAX) : 軸方向ノード点の高さ (cm)

軸方向ノード点の高さ (cm) を下から順にJMAX個まで与える。熱・水力計算用軸方向ノードの下限の点は、必ずしも中性子拡散計算用格子空間の下限の点と一致するとは限らない (すなわち、拡散計算に用いられる下部遮蔽体等の非発熱領域は、熱・水力計算用ノード領域から除外するのが計算上有利である)。この場合であっても、第1ノードの高さは必ず0.0 (cm) と入力する。

FUELTYPE 燃料タイプの情報

- K0 : 燃料タイプ指定
- TFUEL(1) : Pu(f)比
- TFUEL(2) : O/M比
- TFUEL(3) : 理論密度比
- TFUEL(4) : 集合体中のピン本数(本)

DENSITY 密度算出式の係数

- K0 : 燃料タイプ指定
但し、 $K0=0$ のときは被覆管を意味し、
 $K0=-1$ のときは冷却材を意味する。

- ① $K0 > 0$ のとき
係数RHOFU(1~4)入力
- ② $K0 = 0$ のとき
係数RH OCD(1~2)入力
- ③ $K0 = -0$ のとき
係数RHOM(1~4)入力

CAPACITY 比熱算出式の係数

- K0 : 燃料タイプ指定
但し、 $K0=0$ のときは被覆管を意味し、
 $K0=-1$ のときは冷却材を意味する。

- ① $K0 > 0$ のとき
係数CPTFU(1~4)入力
- ② $K0 = 0$ のとき
係数CPTCD(1~4)入力
- ③ $K0 = -0$ のとき
係数CPTMD(1~3)入力

CONDUCT 熱伝導度算出式の係数

K 0 : 燃料タイプ指定
 但し、K 0 = 0 のときは被覆管を意味し、
 K 0 = - 1 のときは冷却材を意味する。

① K 0 > 0 のとき

係数 CNDFU (1 ~ 7) 入力

CNDFU (7) = 0 のときは温度℃に対するフィティング式の係数

CNDFU (7) = 1 のときは温度℃に対するフィティング式の係数

② K 0 = 0 のとき

係数 CNDCD (1 ~ 4) 入力

③ K 0 = - 0 のとき

係数 CNDMD (1 ~ 4) 入力

TRANSFER 被覆管 - 冷却材間熱伝達係数計算式指定

TRNMD (1 ~ 4) : 熱伝達係数計算式の定数 (下記の C1 ~ C4 に相当)

被覆管 - 冷却材間の熱伝達係数は、次の計算式

$$H = K_m / D * \{ C_1 + C_2 * (C_3 * P e)^{C_4} \}$$

H : 被覆管 - 冷却材間熱伝達係数

P e : ペクレル数 (無次元)

D : 等価水力直径 (cm)

K m : 冷却材熱伝導率 (cal. / sec / cm / °C)

で計算されるが、C 1 ~ C 4 の定数は、

$$C_1 = 7.0 \quad C_2 = 0.025$$

$$C_3 = 0.5 \quad C_4 = 0.8$$

が設定値として登録されている。これを、変更して
 計算したい場合に、このカードを入力する。入力す
 る場合は、4 個とも与える。

FEEDBACK フィードバック反応度用データ

 K O : 燃料タイプ指定

 D O P E R : ドップラー反応度フィードバック式の係数

 A F U E L : 燃料の膨脹に伴う反応度フィードバック式の係数

 A C L A D : 被覆管の膨脹に伴う反応度フィードバック式の係数

 A M O R : 冷却材温度に伴う反応度フィードバック式の係数

 A R A P A : ラPPER管の膨脹に伴う反応度フィードバック式の係数

K I N E T I C S 核関係の動特性パラメータ

 L : パラメータの種類指定

 0 : 即発性中性子寿命

 1 : 組別遅発中性子割合

 2 : 組別遅発中性子先行核の崩壊定数

 P R O T : 即発性中性子寿命 (sec)

 Lを0にして1個だけ与える。

 (N D L Y) : 遅発中性子の組数 (6に固定、読込み不要)

 D L Y F R P (1~NDLY) : 全分裂中性子数のなかの各組の遅発中性子数が占める割合。 β (1~6組)

 Lを1にして、全6組分与える。

 D E C A Y (1~NDLY) : 遅発中性子先行核の崩壊定数

 Lを2にして、組別の遅発中性子先行核の崩壊定数を全6組分与える。

T I M E 計算時間帯・計算時間幅指定及び出力分布読込(変更)指定

 N O : 計算時間帯種別指定フラグ

 N O > 0 : 計算時間幅、核および熱計算時間幅入力

 N O = 0 : 出力分布変更時間入力

 N O < 0 : 出力分布読込時間入力

① $NO > 0$ のとき

NO : 小時間帯番号。

($NCARD$) : 全計算時間帯の分割数 ($1 \leq NCARD \leq 10$)。
 全計算時間帯は、10個以下の小時間帯に分割して扱うことができ、各小時間帯毎に適当な大きさの炉出力絶対値計算用時間幅および熱・水力計算用時間幅を設定することができる。小時間帯ごとに1枚ずつ入力する。(NCARDは入力不要)

$TLASTO(NO)$: 小時間帯の終わりの時刻 (sec)

$DTNUCO(NO)$: 炉出力絶対値の変動計算用時間幅 (sec)

$DTHYDO(NO)$: 熱・水力計算用時間幅 (sec)。DTHYDOは上記DTNUCOの整数倍の値でなければならない。また、熱・水力計算時間幅DTHYDの大きさは、軸方向ノード間隔を ΔZ_J 、ノードJにおける冷却材流速を v_J とすると、

$$DTHYDO(sec) \leq \Delta Z_J(m) / v_J(m/sec)$$
 の関係を満たすように設定する必要がある。もし、計算途中でこの関係が満足されなくなった場合には、コード内で自動的にDTHYDOの設定値を1/2の大きさに修正しなおして、計算を続行する。

② $NO < 0$ のとき

($MXTIME$) : 出力分布読込回数 (読込不要)

$TIMECT(1 \sim MXTIME)$: 出力分布読込時刻 (sec)。

EUREKA-FBRでは空間的・時間的な出力分布の変化に対応するため、10回まで外部から出力分布を取込んで、使用することが出来る。外部とは、

POWERカードもしくはCITATIONコード
の出力ファイル（FT32の炉心出力分布計算結果）
を意味する。TIMECTは読込む出力分布が計算
時間内の、どの時刻に相当するのかをあたえる。

③NO=0のとき

(MXTIM) : 出力分布変更回数（読込不要）

TIMEC(1~MXTIM) : 出力分布変更時刻(sec)。

EUREKA-FBRでは計算時間帯を10以内の
時間帯に分割して、各々の時間帯で一定の出力分布
を使用するようになっている。各時間帯の最初の時
刻TIMEC(i)で出力分布の変更が行なわれ、
その分布は、前後の読込み時刻の出力分布から内挿
して求める。

POWER 出力分布読込

KO : 出力分布読込指定フラグ

KO=0 : 出力分布読込みソース指定入力

KO>0 : 出力分布読込み

①KO=0のとき

KO : 出力分布読込指定フラグ

IWEGP : 出力分布読込みソース指定。

IWEGPが-1の時、出力分布読込みはPOWER
Rカード(KO>0のもの)から行なう。IWEGP
が0の時は、CITATIONコードの出力ファ
イル(FT32の炉心出力分布計算結果)から入力
する。

② $K0 > 0$ のとき

$K0$: 出力分布読込番号

$M1$: 出力分布読込チャンネル番号

$FRPWT(1 \sim JMAX, M1, K0)$: メッシュ別正規化出力 (-)
炉心全体をトータルすると 1.0 になるように正規化した値を使用する。また、チャンネルごとに、軸方向ノードの数だけ与える。ただし、読込ませても、 $IWEGP$ が -1 でないと使われない。

PRINT プリント制御用データ

NO : プリント制御データ種別指定フラグ

$NO > 0$: プリント頻度指示入力

$NO = 0$: Minor Edit用変数指定入力

① $NO > 0$ のとき

NO : 小時間帯番号。

$JMINRO(NO)$: Minor Editを行なう頻度。熱・水力計算時間幅の何倍の周期でMinor Edit情報を報告するかを示す。プリントはMajor Editの直前にまとめて行なわれる。

$NEXO(NO)$: Major Editを行なう頻度。Minor Edit情報報告の何倍の周期でMajor Edit情報を報告するかを示す。50以内を指定しないとMinor Edit情報データがメモリー配列から溢れて、正しくプリント出来ない。プリントはその都度行なわれ、まとめては行なわない。1点炉動特性計算結果・フィードバック計算結果および各チャンネル・ノードごとの熱・水力計算結果をプリントする。(また、各炉出力絶対値計算時間幅DTNUCごとの1点炉動特性計算結果とフィードバック計算結果については、自動的に各Major Editの直前にプリントする)

NEYO (NO) : 炉内各燃料セル内温度分布のプリントを行なう頻度。上記Major EditをNEYO回行なう度に、各チャンネルの各軸方向ノードにおける燃料セル内の温度分布をプリントする。なお、時刻0においては、このプリントが自動的に行なわれる。

JUPSEL (NO) : 反応度プリント時単位指定フラグ。各プリントを行なう際、反応度関係の項目の単位を (DOLLAR) にするか、(DELTK/K) にするかを指定する。0のとき (DOLLARS) を使用する。

②NO=0のとき

NO : Minor Edit用変数指定フラグ (0)

(NM INOR) : Minor Edit用変数指定個数 (入力不要、60以内)

NAREA (1~NM INOR) : Minor Edit用変数種別指定

KAREA (1~NM INOR) : Minor Edit指定チャンネル番号

JAREA (1~NM INOR) : Minor Edit指定軸方向ノード番号

IAREA (1~NM INOR) : Minor Edit指定セル内半径方向メッ

シュ番号。上記4個一組のデータで熱・水力特性量および1点動特性計算結果、フィードバック計算結果のうちMinor Editとして書き出すべき変数の種類とその位置とを与える。変数種別は表5.2による。与えた組数がカウントされてNM INORとなる。なお、特性量の種類によっては、チャンネル番号、ノード番号および燃料セル内半径方向ノード番号のいずれかあるいは全てを、特に指定する必要のないものもある。この場合には、入力する必要のないものには0をセットして与える。

PLOT プロット制御用データ

DUMMY : 使われない。0をセットする。

IFPLOT : プロット出力指定。

IFPLOT=0 : プロットしない。

IFPLOT>0 : プロットする。

プロットを行なうべき変数の指定はMinor Edit用の
変数指定時に行なう。すなわち、同じ変数を時系列
プロット図の作成項目にも使用するので指定には、
注意しなければならない。なお、連続して指定した
項目は1図にまとめてプロットすることもできる。

ENDDATA パラメータ入力終了告知カード

一連の計算実行用パラメータカード群の最後に1枚
だけ入れる。コードはこれを読んで実行に入るので
省略不可。

表5.2 MINOR EDIT情報報告及び時系列プロット図作成に使用出来る
特性量の一覧表

特性量の 項目番号	チャンネル 番号	ノード 番号	セル内メッ シュ番号	変数名	特性量の内容
1	K	J		V	冷却材流速
2	K	J		TW	冷却材温度
4	K	J		RO	冷却材密度
7	K	J		TFX	燃料最高温度
8	K	J		TFA	燃料平均温度
9	K	J	I	TR	燃料温度
12	K	J		SQ	被覆管-冷却材伝熱量
13	K	J		ENG	燃料エンタルピー
16	K			TFAC	チャンネル平均燃料温度
17	K			TWAC	チャンネル平均冷却材温度
19	K			TFXC	チャンネル最高燃料温度
27	K	J		H	被覆管-冷却材間熱伝達係数
28				DKINK(7)	制御棒駆動部反応度
29				DKINK(6)	炉心支持板反応度
30				DKINK(9)	投入反応度
31				DKINK(5)	ラッパー管反応度
32				DKINK(1)	ドップラー反応度
33				DKINK(3)	被覆管反応度
34				DKINK(4)	冷却材反応度
35				DKINK(2)	燃料温度反応度
36				DKINK(8)	フィードバック反応度
37				EREAC(6)	全反応度
38				REACX	スクラム反応度
39				EANS(JABC)	炉心出力
40				EENERG(JABC)	エネルギー

ホット・スポット計算を行った場合には、チャンネル番号にKMAX+1を
指定することによって、特性量の項目番号7・8・9・16・17・19を出力
することが出来る。

6. 検証計算

本コードの検証計算として、制御棒誤引き抜きによる反応度投入事故を模擬した。計算ケースとしては、出力分布の入力をカード入力・ファイル入力、誤引き抜き制御棒を内側炉心内・内側外側境界の4ケースとした。

ケース1. 1 出力分布入力をカード入力・内側炉心内制御棒引き抜き

ケース1. 2 出力分布入力をカード入力・内側外側境界制御棒引き抜き

ケース2. 1 出力分布入力をファイル入力・内側炉心内制御棒引き抜き

ケース2. 2 出力分布入力をファイル入力・内側外側境界制御棒引き抜き

これらのケースいずれも100万kW_e高速増殖炉で、反応度投入は3¢/sec、スクラム信号は116%出力としている。炉心体系・燃料要素形状・投入反応度等の条件を表6.1に示している。また、使用した $1-\beta$ 等の動特性パラメータを表6.2に載せた。また、表6.3に使用したドップラー係数及び等温温度係数を示す。炉心の体系図をケース1については図6.1, ケース2は図6.2に示す。なお、熱計算に使用する出力分布については、ケース1については表6.4に載せた各チャンネル毎の出力分担率と図6.3, 6.4に示した代表集合体の軸方向出力分布より算出した。なお、比較のために表6.5にケース2の各チャンネル毎の出力分担率を載せる。

出力分布を拡散計算ファイルより入力した場合(ケース2)、CITATIONによる拡散計算が必要になる。この計算の軸方向メッシュ分割・径方向メッシュ分割を図6.5、領域マップを図6.6に示す。また、これらのケースのフィードバック反応度領域ごとの体積比を表6.6に載せる。

拡散計算の計算ケースとしては各々の対象制御棒引き抜きを半挿入、30cm引き抜き、50cm引き抜きの3ケースとした。これらのケースでの軸方向積分した炉心平均1.0に規格化した径方向分布を、ケース2.1, 2.2のものを各々図6.7, 6.8に示す。

熱水力計算に使用する出力分布についてはチャンネルとノード毎に得られるが、この結果を、ケース1.1, 1.2, 2.1, 2.2のものをそれぞれ表6.6~6.9に示している。また、ケース2についてはチャンネル毎の軸方向出力分布の変化を図6.9~6.14に作図した。

EUREKA-FBRでの計算結果はいずれのケース共7.0秒前後でスクラムが投入された。この時点での燃料温度、各フィードバック反応度の数値を表6.10に示した。また、スクラムが投入される前の6secの時点での各チャンネルの軸方向燃料温度分布並びに9ノードめでの径方向温度分布を図6.15~6.22に示す。

また、時系列のデータについても、下記のグループで作図した。

- ・炉心出力、反応度
- ・フィードバック反応度、その内訳
- ・燃料最高温度・平均温度
- ・冷却材出入り口温度

表 6. 1 1 0 0 万 K W F B R 炉 心 条 件 (1/2)

1. 炉心燃料		5) 燃料集合体		4) 燃料集合体	
1) 炉心燃料ペレット		a) 形状 正六角形断面		a) 形状 正六角形断面	
a) 材質 プルトニウム ・ウラン混合酸化物		b) 燃料要素配列ピッチ (mm) 9.9 正三角形配列		b) 燃料要素配列ピッチ (mm) 14.46 正三角形配列	
b) プルトニウム富化度 (w/o · PuO ₂ / (PuO ₂ + UO ₂))		c) 燃料要素数 (本) 271		c) 燃料要素数 (本) 271	
平衡炉心 (内側/外側炉心) 14/18		d) ラッパ管		d) ラッパ管	
c) 外径 (mm) 7.32		i) 材質 20%CW SUS316相当材		i) 材質 20%CW SUS316相当材	
d) 密度 (%TD) 92.0		ii) 内対面間距離 (mm) 165.8		ii) 内対面間距離 (mm) 165.8	
e) O/M比 1.98		iii) 板厚 (mm) 4.0		iii) 板厚 (mm) 4.0	
2) 軸方向ブランケット燃料ペレット		e) 全長 (mm) 4,300		e) 全長 (mm) 4,300	
a) 材質 劣化ウラン酸化物		2. 半径方向ブランケット		3. 主炉停止系制御棒	
b) ウラン 235含有率 (w/o) 0.3		1) ブランケット燃料ペレット		a) 集合体数 (体) 18	
c) 外径 (mm) 7.32		a) 材質 劣化ウラン酸化物		b) 中性子吸収材 B ₄ C	
d) 密度 (%TD) 94.5		b) ウラン 235含有率 (w/o) 0.3		c) B-10濃縮 (w/o)	
e) O/M比 2.0		c) 外径 (mm) 12.35		d) B-10装荷重 (kg/集合体)	
3) 被覆管		d) 密度 (%TD) 94.5		e) B ₄ C 装荷重 (kg/集合体)	
a) 材料 20%CW SUS316相当鋼		e) O/M比 2.0		f) 制御要素数 (本/集合体) 55	
b) 外径 (mm) 8.3		2) 被覆管		g) 吸収体有効長 (mm) 1,000	
c) 内径 (mm) 7.5		a) 材質 20%CW SUS316相当鋼		h) 被覆材材質 SUS316	
4) 燃料要素		b) 外径 (mm) 13.4		i) B ₄ C ペレット (%TD) 95	
a) 型式 インテグラル密封型 下部ガスプレナム		c) 内径 (mm) 12.6		4. 後備炉停止系制御棒	
b) 全長 (mm) 2,700		3) 燃料要素		a) 集合体数 (体) 6	
i) 炉心燃料体長さ (mm) 1,000		a) 型式 密封型 下部ガスプレナム		b) 中性子吸収材 B ₄ C	
ii) ブランケット燃料体長さ (mm) 300/300 (上部/下部)		b) 全長 (mm) 2,700		c) B-10濃縮度 (w/o)	
c) スペーサワイヤ径 (mm) 1.50		c) 燃料部長さ (mm) 1,600		d) B-10装荷重 (kg/集合体)	
d) ワイヤ巻付ピッチ (mm) 165		d) スペーサワイヤ径 (mm) 1.0		e) B ₄ C 装荷重 (kg/集合体)	
		e) ワイヤ巻付ピッチ (mm) 165.0		f) 制御要素数 (本/集合体) 37	
				g) 吸収体有効長 (mm) 1,000	
				h) 被覆材材質 SUS316	
				i) B ₄ C ペレット (%TD) 95	

表 6. 1 100万KW FBR炉心条件(2/2)

5. 反応度投入率	3¢/s	1) 出力		2) 炉心寸法	
		原子炉熱出力 (HW)	2,600	a) 高さ (mm)	1,000
6. スクラム時の原子炉出力レベル	116%	2) 一次主冷却系冷却材		b) 等価直径 (mm)	約3680
		原子炉入口温度 (°C)	360	c) 高さ/等価直径比	0.272
7. ²³⁵ 制御棒反応度値		原子炉出口温度 (°C)	500	d) 容 積	約 10640
引抜き制御棒20番	0.138 %ΔK/KK'	冷却材流量 (kg/s)	1.46×10 ⁴	3) ブランケット厚さ	
引抜き制御棒 172番	0.402 %ΔK/KK'			a) 軸方向厚さ(上/下) (mm)	300/300
		1) 炉心型式	均質炉心	b) 半径方向等価厚さ (mm)	約 167
8. 冷却材流量		2) 炉心富化度領域数	2	4) 遮蔽体厚さ	
(1) 内側炉心	6.94×10 ³ (kg/s) (0.475)	1) 炉心構成要素数		a) 軸方向上部遮蔽 (mm)	約 760
(2) 外側炉心	6.20×10 ³ (kg/s) (0.425)	a) 内側炉心燃料集合体	175	b) 軸方向下部遮蔽 (mm)	約 260
(3) 径方向ブランケット	4.44×10 ² (kg/s) (0.030)	b) 外側炉心燃料集合体	180	c) 径方向遮蔽(等価厚さ) (mm)	約 637
(4) 中性子遮蔽体等	1.02×10 ³ (kg/s) (0.070)	c) ブランケット燃料集合体	72	5) 炉心構成要素配列	
		d) 主炉停止系制御棒	18	a) 集合体配列ピッチ (mm)	179.8
9. 崩壊熱	考慮しない。	e) 後備炉停止系制御棒	6	b) 集合体全長 (mm)	4,300
		f) 中性子遮蔽体(ステンレス)	78		
		g) 中性子遮蔽体(炭化ホウ素)	270		
10. スクラム時の時間遅れ	0.4 秒	i) 合 計	799		

表6.2 動特性パラメータ

パラメータ	炉心状態	平衡初期
遅発中性子割合	β_{eff}	$3.68_9 \times 10^{-3}$
" 内訳	β_1	$7.39_4 \times 10^{-5}$
	β_2	$8.01_3 \times 10^{-4}$
	β_3	$6.53_2 \times 10^{-4}$
	β_4	$1.34_3 \times 10^{-3}$
	β_5	$6.37_7 \times 10^{-4}$
	β_6	$1.79_4 \times 10^{-4}$
崩壊定数	λ_1	$1.29_7 \times 10^{-2}$
	λ_2	$3.11_3 \times 10^{-2}$
	λ_3	$1.33_3 \times 10^{-1}$
	λ_4	$3.48_0 \times 10^{-1}$
	λ_5	$1.42_3 \times 10^0$
	λ_6	$3.82_4 \times 10^0$
即発中性子寿命 (μsec)	ℓ	0.396 ₇

表6.3 ドップラ係数および等温温度係数

領域	項目	ドップラ係数 ($10^{-4} T \frac{d k}{d T}$)	等温温度係数 ($10^{-6} \Delta k / k / ^\circ\text{C}$)			
			燃 料	被 覆 管	ラ ッ パ 管	冷 却 材
炉 心	内側 炉心	-50.9 ₇	-0.824 ₃	0.958 ₀	0.375 ₁	3.24 ₀
	外側 炉心	-34.1 ₀	-1.44 ₀	0.495 ₇	0.210 ₀	1.56 ₁
ブ ラ ン ケ ッ ト	径BL	-4.26 ₂	-0.011 ₂	-0.057 ₃	-0.018 ₂	-0.143 ₁
	軸BL (炉心)	-5.54 ₅	0.023 ₂	-0.026 ₄	-0.009 ₀	-0.094 ₄
	軸BL (BL)	-3.13 ₃	-0.002 ₅	-0.048 ₁	-0.017 ₄	-0.175 ₇
合 計		-98.0 ₂	-2.25 ₅	1.32 ₁	0.540 ₀	4.39 ₀

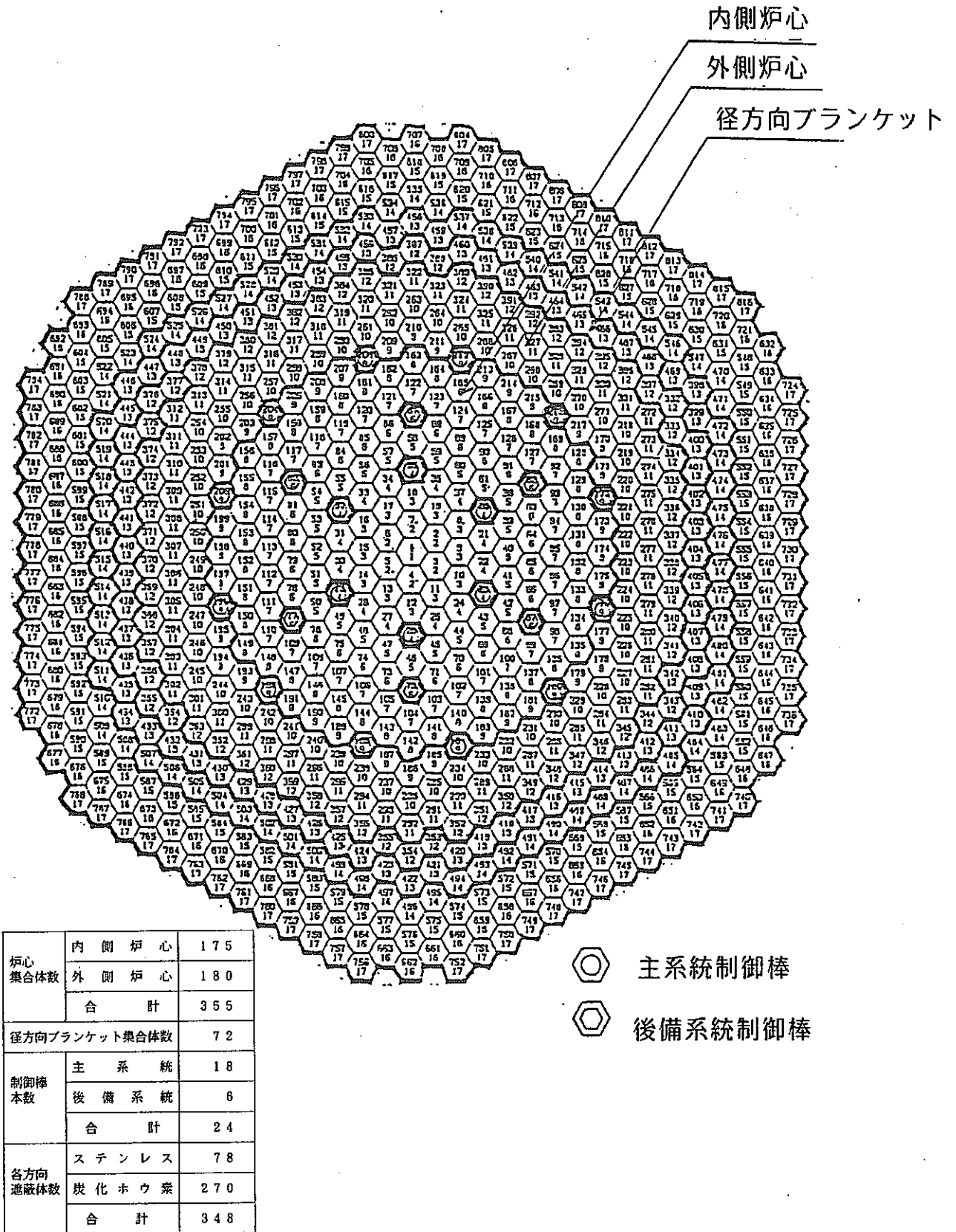
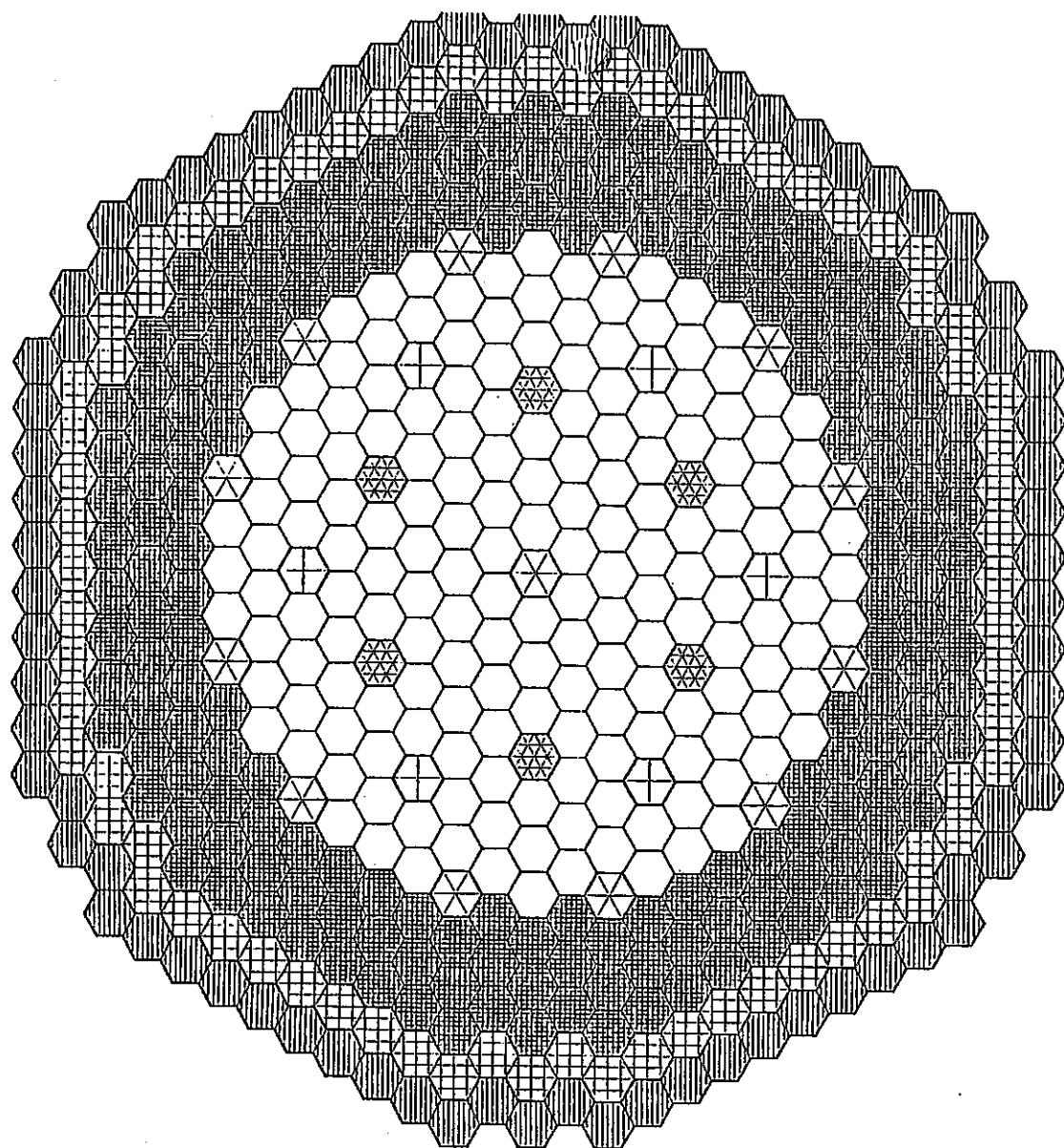


図6.1 レファレンス炉心炉心配置図



- | | | |
|--|--------------|------|
|  | 内側炉心 | 174体 |
|  | 外側炉心 | 180体 |
|  | 径方向ブランケット | 72体 |
|  | 主系統制御棒 (起動用) | 6体 |
|  | 主系統制御棒 (運転用) | 13体 |
|  | 後備系統制御棒 | 6体 |
|  | 中性子遮蔽体 (SUS) | 78体 |

図6.2 100万KWe炉心体系図

表6.4 出力分担率（ケース1.1，ケース1.2）

バンドル毎の出力分担率（20番）ケース1.1

制御棒 引抜き量(m)	バンドル タイプ	引抜き制御棒 まわりの集合体	内側炉心	外側炉心	径方向 ブランケット
0.0		0.012	0.424	0.536	0.028
0.1		0.013	0.426	0.533	0.028
0.3		0.015	0.430	0.528	0.027
0.5		0.016	0.432	0.525	0.027

バンドル毎の出力分担率（172番）ケース1.2

制御棒 引抜き量(m)	バンドル タイプ	引抜き制御棒 まわりの集合体	内側炉心	外側炉心	径方向 ブランケット
0.0		0.018	0.428	0.526	0.028
0.1		0.021	0.426	0.525	0.028
0.3		0.029	0.422	0.521	0.028
0.5		0.035	0.419	0.518	0.028

表6.5 拡散計算結果よりの出力分担率

・ 中心制御棒引き抜き

制御棒引き抜き長 (cm)	チャンネル			
	1	2	3	4
0	0.018	0.487	0.476	0.017
30	0.020	0.496	0.468	0.017
50	0.022	0.502	0.460	0.016

・ 内外境界制御棒引き抜き

制御棒引き抜き長 (cm)	チャンネル				
	1	2	3	4	5
0	0.008	0.009	0.499	0.467	0.017
30	0.010	0.013	0.496	0.466	0.017
50	0.011	0.014	0.492	0.466	0.017

レファレンス炉心
 原子炉出力 1000MWe
 原子炉熱出力 2600MWt
 炉心高さ 100cm

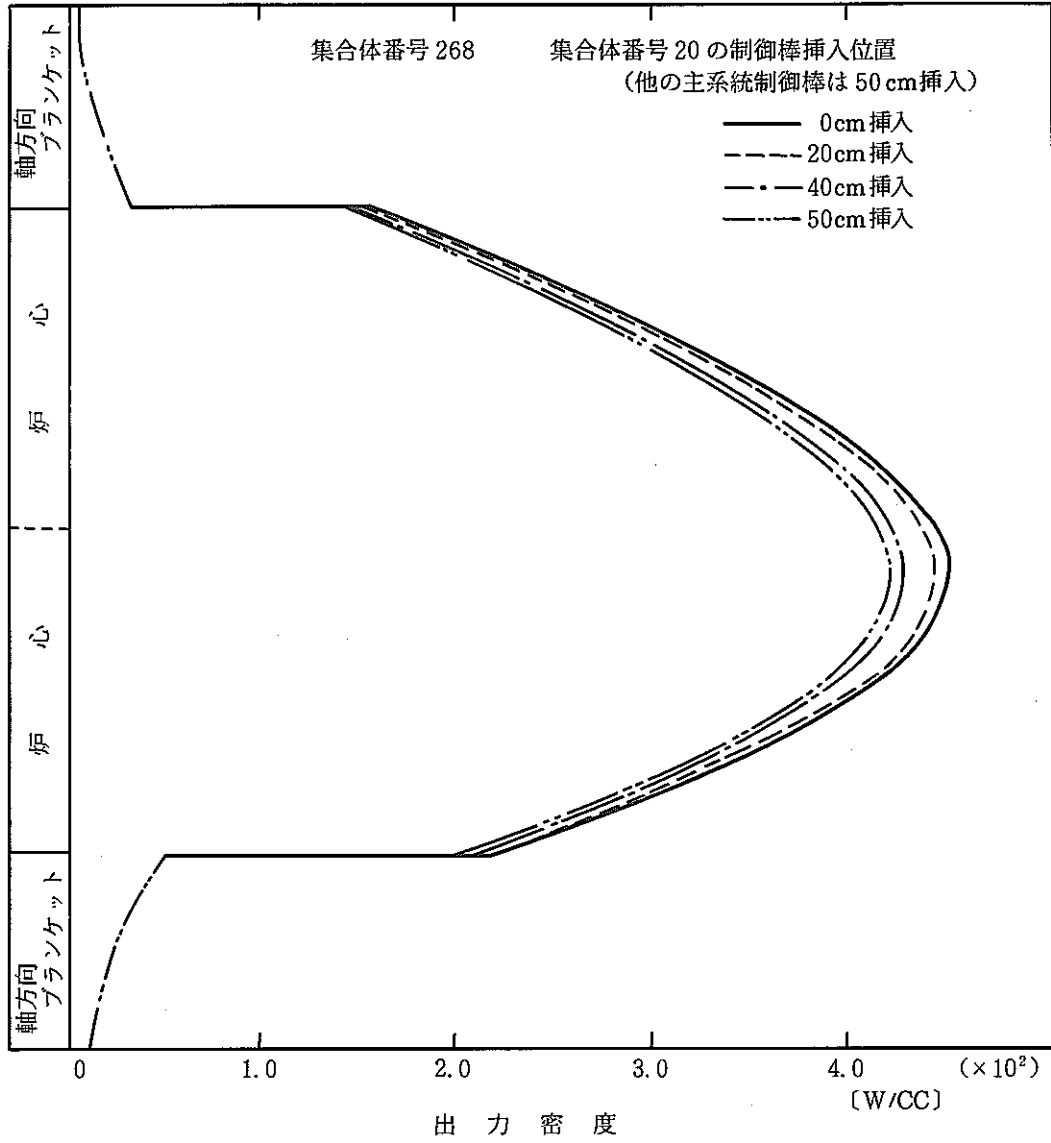


図 6.3 軸方向出力分布 (ケース 1.1)

レファレンス炉心
 原子炉出力 1000MWe
 原子炉熱出力 2600MWt
 炉心高さ 100 cm

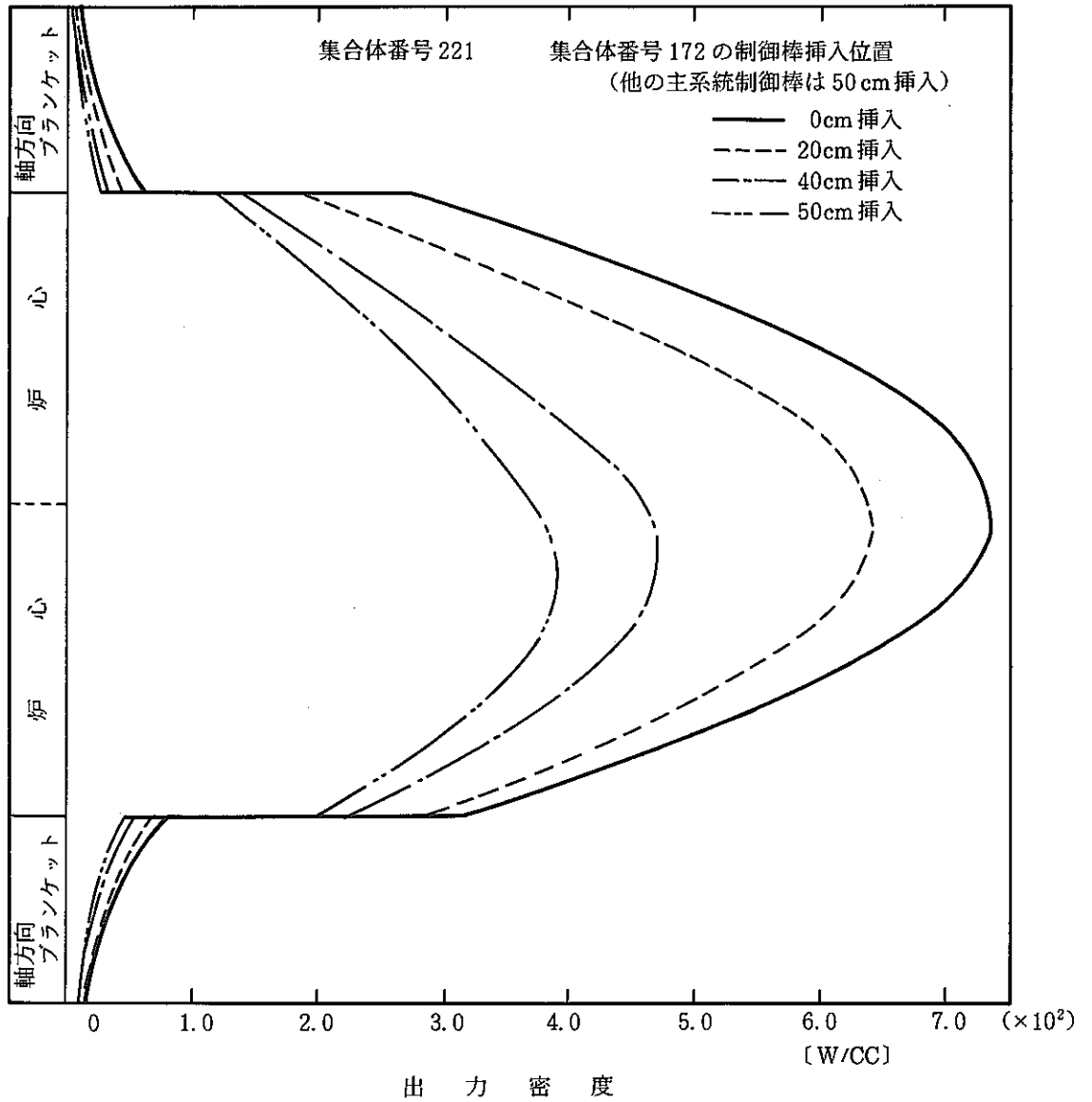


図 6.4 軸方向出力分布 (ケース 1.2)

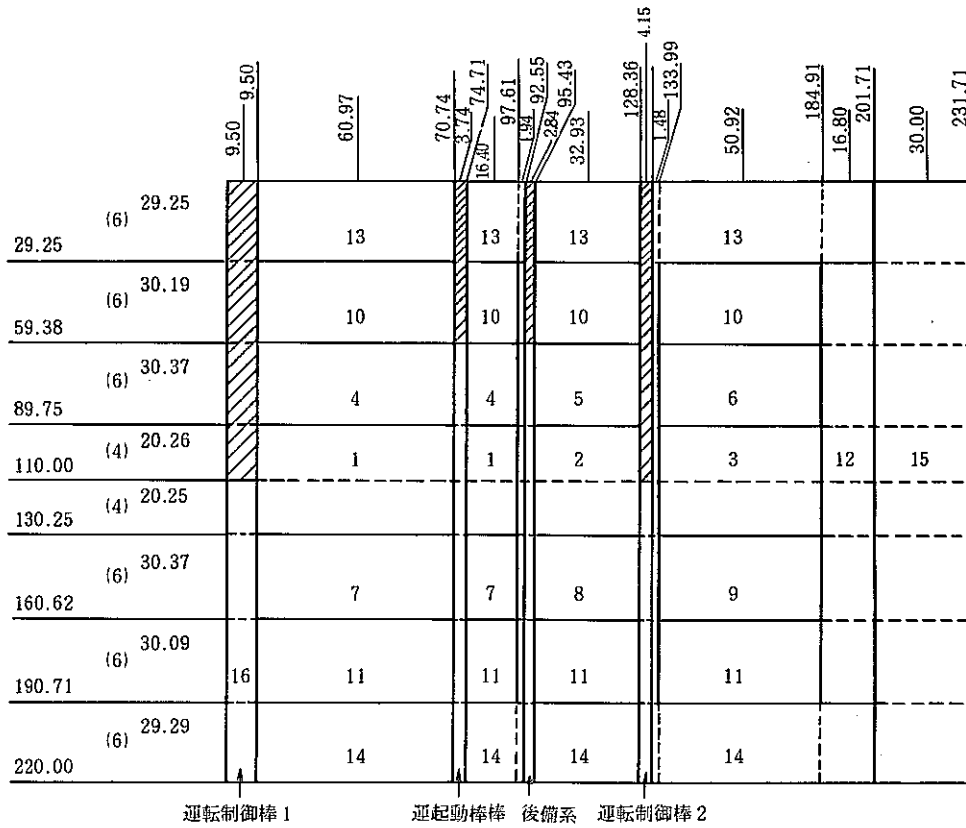


図1 R-Zマップ ()内はメッシュ数

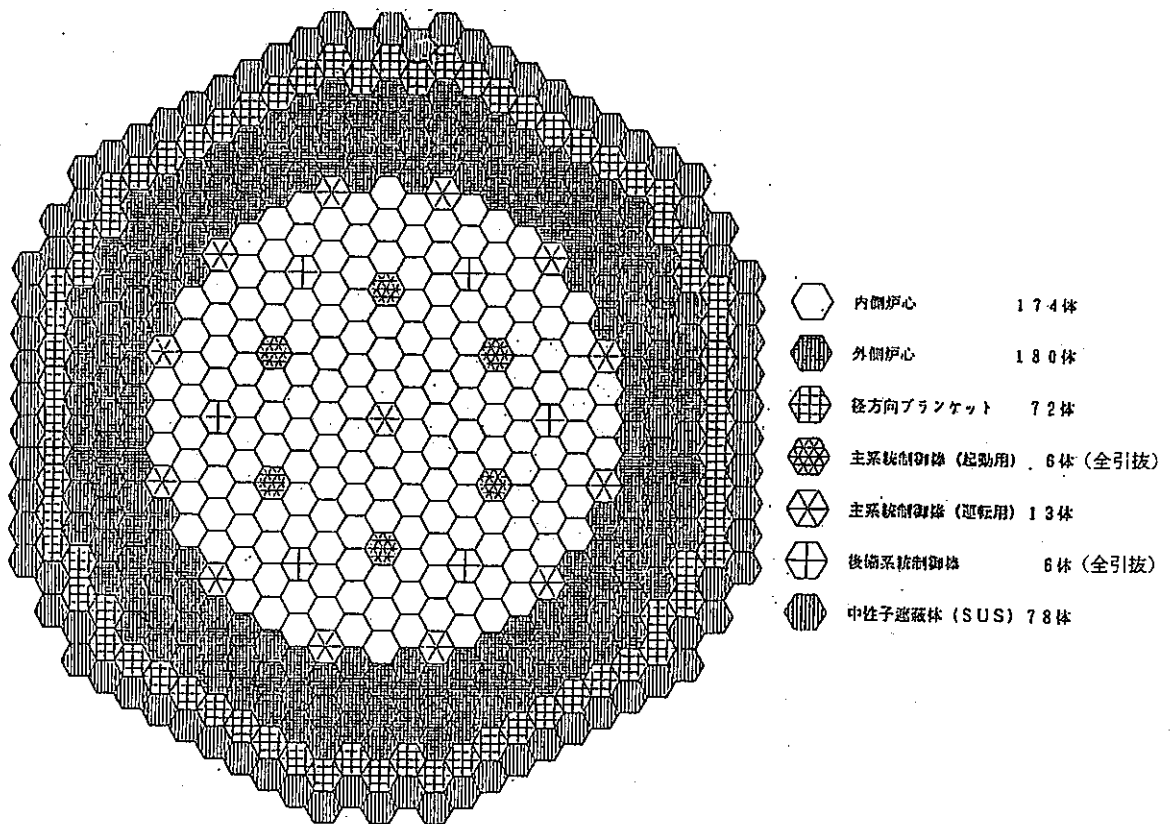
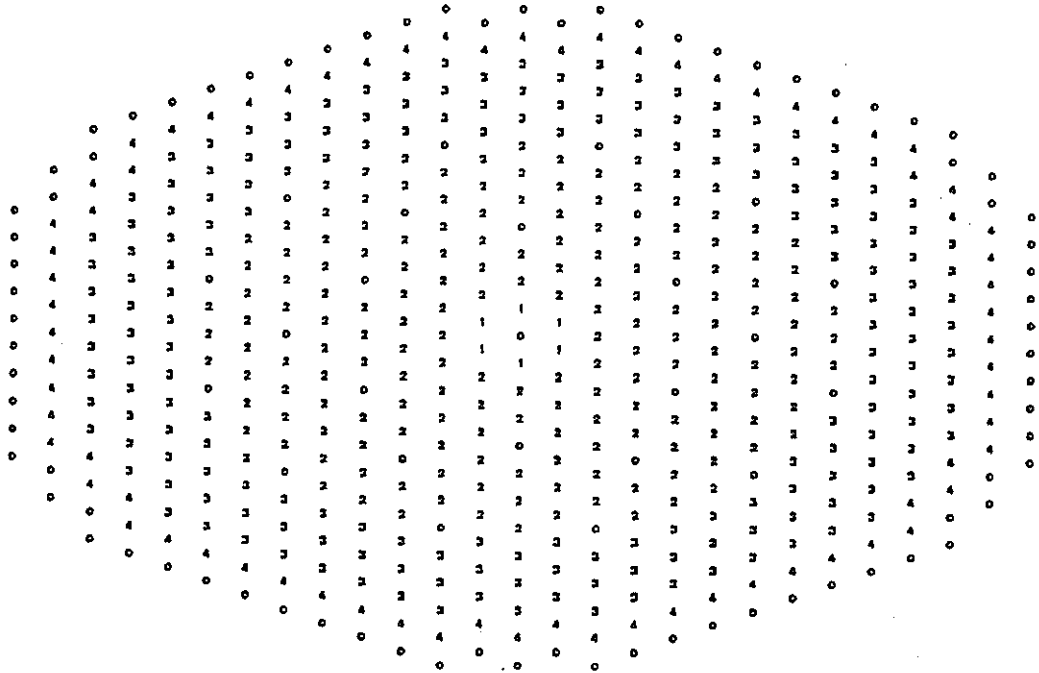


図6.5 100万KWe炉心体系図

CHANNEL MAP



CITATION POWER DATA INPUT

TIME STEP NO. 1
POWER DISTRIBUTION

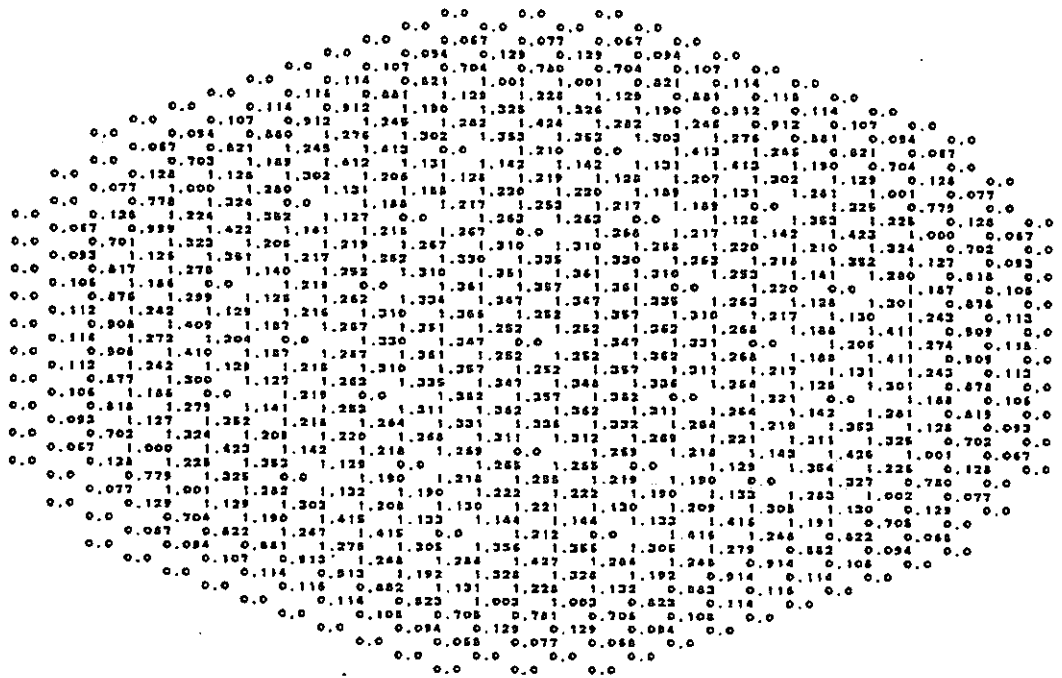
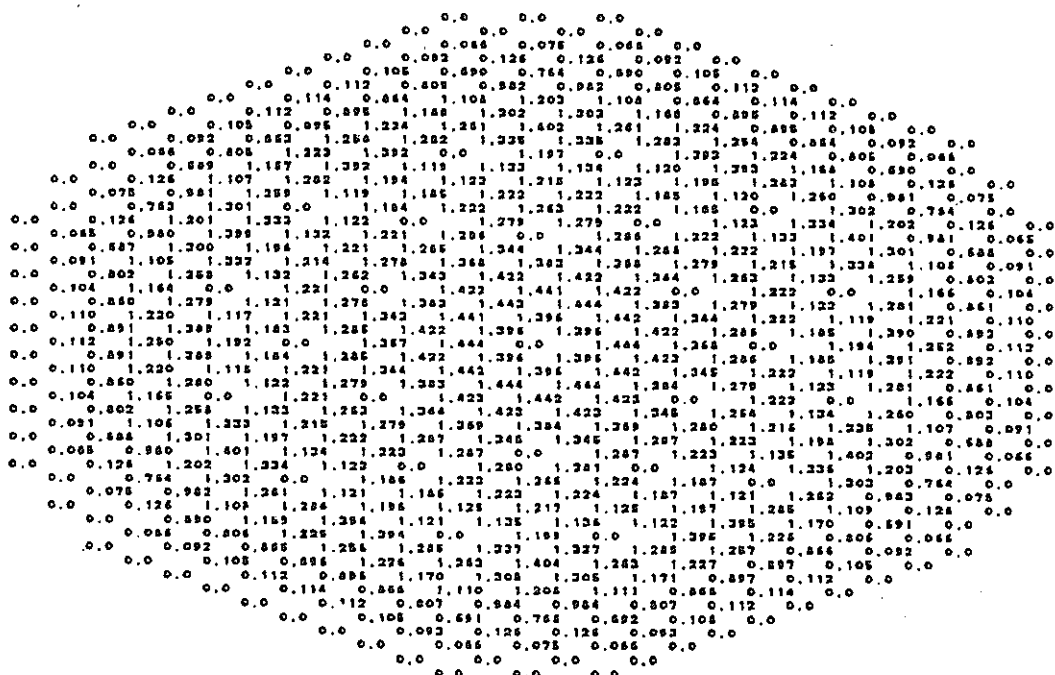


図6.7 径方向出力分布 ケース2. 1

CITATION POWER DATA INPUT

TIME STEP NO. 2
POWER DISTRIBUTION



CITATION POWER DATA INPUT

TIME STEP NO. 3
POWER DISTRIBUTION

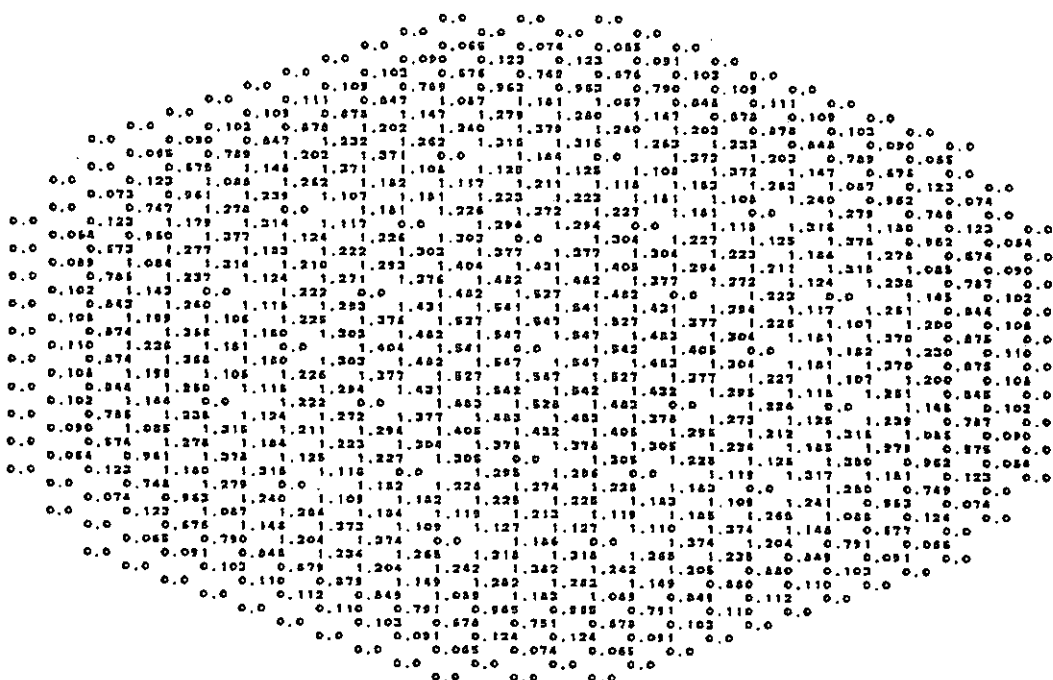
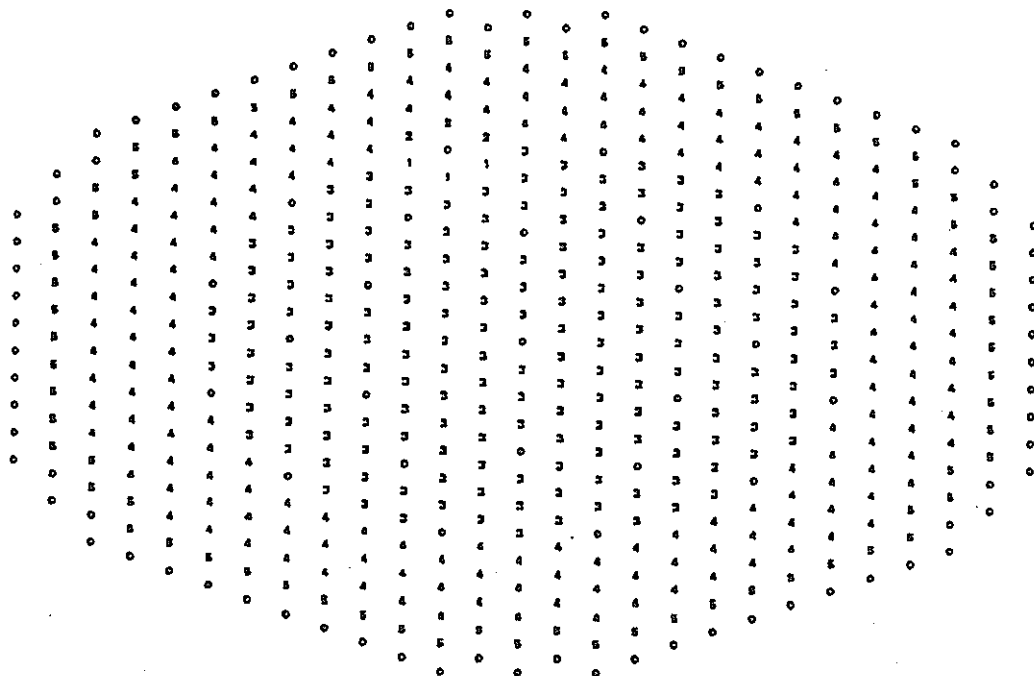


図6.7 径方向出力分布 ケース2, 2

CHANNEL MAP



CITATION POWER DATA INPUT

TIME STEP NO. 1
POWER DISTRIBUTION

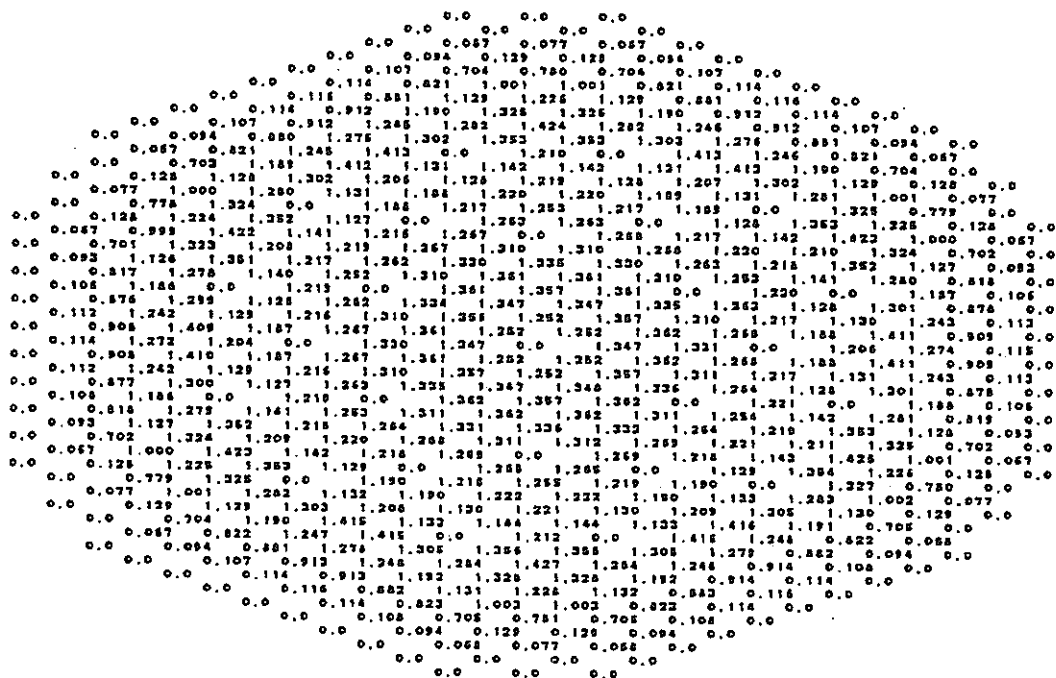
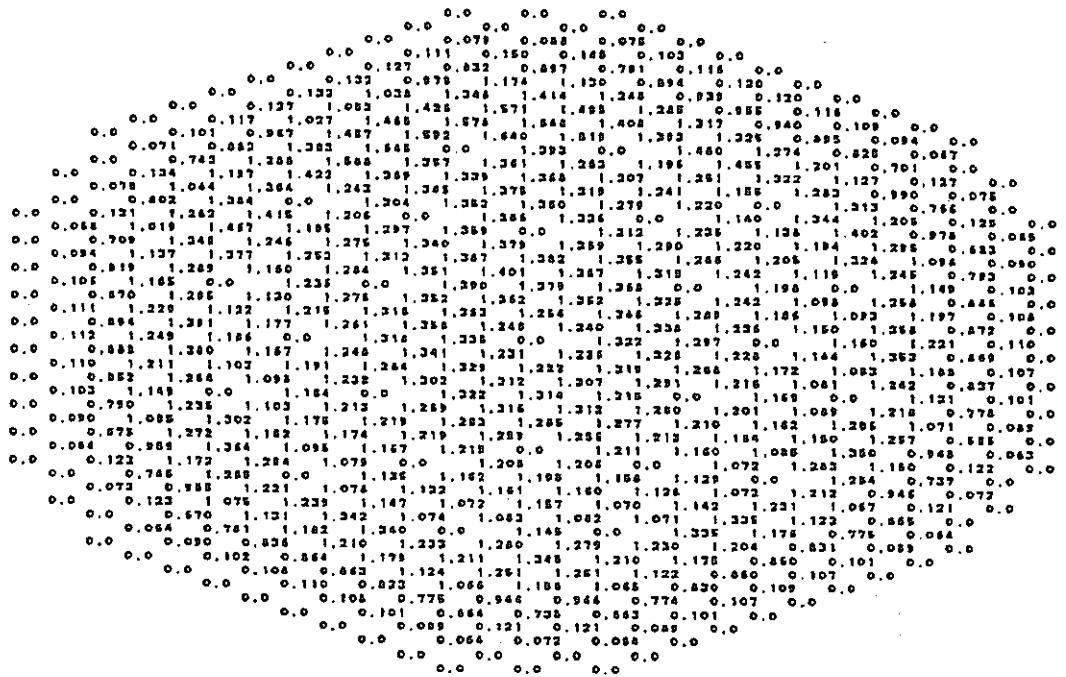


図6.8 径方向出力分布 ケース2. 1

CITATION POWER DATA INPUT

TIME STEP NO. 2
POWER DISTRIBUTION



CITATION POWER DATA INPUT

TIME STEP NO. 3
POWER DISTRIBUTION

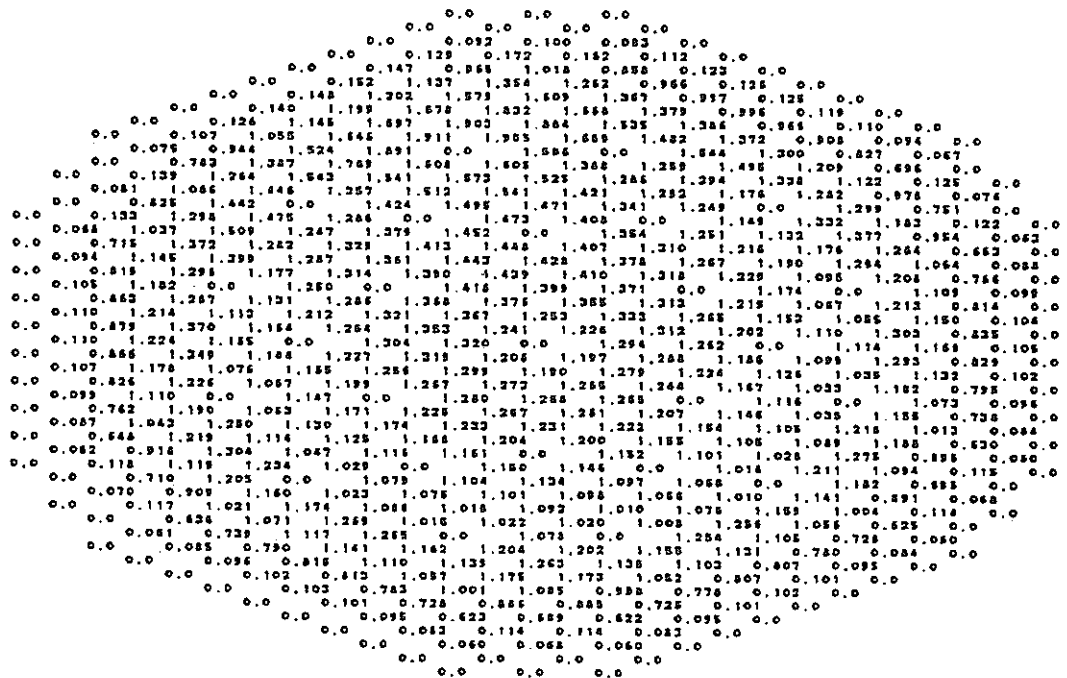


図6.8 径方向出力分布 ケース2、2

表6.6 チャンネル体積比
フィードバック反応度領域毎

CHANNEL VOLUME RATIO OF EACH FUEL TYPE

CHANNEL NO.

NODE	1	2	3	4
1	2.82678E-03	7.91495E-02	8.48031E-02	1.66779E-01
2	2.82677E-03	7.91492E-02	8.48029E-02	1.66779E-01
3	2.82678E-03	7.91495E-02	8.48031E-02	1.66779E-01
4	3.44829E-03	9.65518E-02	1.00000E-01	1.00000E-01
5	3.44830E-03	9.65521E-02	1.00000E-01	1.00000E-01
6	3.44829E-03	9.65518E-02	1.00000E-01	1.00000E-01
7	3.44829E-03	9.65518E-02	1.00000E-01	1.00000E-01
8	3.44829E-03	9.65518E-02	1.00000E-01	1.00000E-01
9	3.44829E-03	9.65518E-02	1.00000E-01	1.00000E-01
10	3.44829E-03	9.65518E-02	1.00000E-01	1.00000E-01
11	3.44829E-03	9.65518E-02	1.00000E-01	1.00000E-01
12	3.44830E-03	9.65521E-02	1.00000E-01	1.00000E-01
13	3.44829E-03	9.65518E-02	1.00000E-01	1.00000E-01
14	2.82296E-03	7.90427E-02	8.46887E-02	1.66554E-01
15	2.82296E-03	7.90427E-02	8.46887E-02	1.66554E-01
16	2.82296E-03	7.90427E-02	8.46887E-02	1.66554E-01

ケース2.1

CHANNEL VOLUME RATIO OF EACH FUEL TYPE

CHANNEL NO.

NODE	1	2	3	4	5
1	1.41340E-03	1.41342E-03	8.05629E-02	8.33898E-02	1.66779E-01
2	1.41339E-03	1.41342E-03	8.05627E-02	8.33895E-02	1.66779E-01
3	1.41340E-03	1.41342E-03	8.05629E-02	8.33898E-02	1.66779E-01
4	1.72416E-03	1.66671E-03	9.82760E-02	9.83332E-02	1.00000E-01
5	1.72416E-03	1.66671E-03	9.82763E-02	9.83335E-02	1.00000E-01
6	1.72416E-03	1.66671E-03	9.82760E-02	9.83332E-02	1.00000E-01
7	1.72416E-03	1.66671E-03	9.82760E-02	9.83332E-02	1.00000E-01
8	1.72416E-03	1.66671E-03	9.82760E-02	9.83332E-02	1.00000E-01
9	1.72416E-03	1.66671E-03	9.82760E-02	9.83332E-02	1.00000E-01
10	1.72416E-03	1.66671E-03	9.82760E-02	9.83332E-02	1.00000E-01
11	1.72416E-03	1.66671E-03	9.82760E-02	9.83332E-02	1.00000E-01
12	1.72416E-03	1.66671E-03	9.82763E-02	9.83335E-02	1.00000E-01
13	1.72416E-03	1.66671E-03	9.82760E-02	9.83332E-02	1.00000E-01
14	1.41149E-03	1.41152E-03	8.04542E-02	8.32773E-02	1.66554E-01
15	1.41149E-03	1.41152E-03	8.04542E-02	8.32773E-02	1.66554E-01
16	1.41149E-03	1.41152E-03	8.04542E-02	8.32773E-02	1.66554E-01

ケース2.2

表6.7 チャンネル出力分布 ケース1.1

CHANNEL POWER FOR KINETICS CALC.

CHANNEL NO.

NODE	1	2	3	4
1	2.94118E-05	1.03922E-03	1.31373E-03	6.86275E-05
2	5.29412E-05	1.87059E-03	2.36471E-03	1.23529E-04
3	9.41176E-05	3.32549E-03	4.20392E-03	2.19608E-04
4	6.23529E-04	2.20314E-02	2.78510E-02	1.45490E-03
5	8.82353E-04	3.11765E-02	3.94118E-02	2.05882E-03
6	1.10588E-03	3.90745E-02	4.93961E-02	2.58039E-03
7	1.29412E-03	4.57255E-02	5.78039E-02	3.01961E-03
TIME STEP 1 8	1.42353E-03	5.02980E-02	6.35843E-02	3.32157E-03
9	1.48235E-03	5.29765E-02	6.62118E-02	3.45882E-03
10	1.45882E-03	5.15451E-02	6.51608E-02	3.40392E-03
11	1.34118E-03	4.73882E-02	5.99059E-02	3.12941E-03
12	1.12941E-03	3.99059E-02	5.04471E-02	2.63529E-03
13	8.47059E-04	2.99294E-02	3.78353E-02	1.97647E-03
14	1.29412E-04	4.57255E-03	5.78039E-03	3.01961E-04
15	7.05882E-05	2.49412E-03	3.15294E-03	1.64706E-04
16	3.52941E-05	1.24706E-03	1.57647E-03	8.23529E-05
TOTAL	1.20000E-02	4.24000E-01	5.36000E-01	2.80000E-02

CHANNEL POWER FOR KINETICS CALC.

CHANNEL NO.

NODE	1	2	3	4
1	3.13707E-05	1.02799E-03	1.28620E-03	6.75676E-05
2	5.64672E-05	1.85039E-03	2.31515E-03	1.21622E-04
3	1.00386E-04	3.28958E-03	4.11583E-03	2.16216E-04
4	6.77606E-04	2.22046E-02	2.77819E-02	1.45946E-03
5	9.53668E-04	3.12510E-02	3.91004E-02	2.05405E-03
6	1.19208E-03	3.90637E-02	4.88755E-02	2.56757E-03
7	1.39286E-03	4.56429E-02	5.71071E-02	3.00000E-03
TIME STEP 2 8	1.54344E-03	5.05772E-02	6.32809E-02	3.32432E-03
9	1.60618E-03	5.26332E-02	6.58533E-02	3.45946E-03
10	1.58108E-03	5.18108E-02	6.48243E-02	3.40541E-03
11	1.45560E-03	4.76988E-02	5.96795E-02	3.13514E-03
12	1.22973E-03	4.02973E-02	5.04189E-02	2.64865E-03
13	9.28571E-04	3.04286E-02	3.80714E-02	2.00000E-03
14	1.38031E-04	4.52317E-03	5.65927E-03	2.97297E-04
15	7.52896E-05	2.46718E-03	3.08687E-03	1.62162E-04
16	3.76448E-05	1.23359E-03	1.54344E-03	8.10811E-05
TOTAL	1.30000E-02	4.26000E-01	5.33000E-01	2.80000E-02

表6.7 チャンネル出力分布 ケース1.2

CHANNEL POWER FOR KINETICS CALC.				
CHANNEL NO.				
NODE	1	2	3	4
1	3.48513E-05	9.99071E-04	1.22677E-03	6.27323E-05
2	6.27323E-05	1.79833E-03	2.20818E-03	1.12918E-04
3	1.11524E-04	3.19703E-03	3.92565E-03	2.00743E-04
4	7.94610E-04	2.27788E-02	2.79703E-02	1.43030E-03
5	1.11524E-03	3.19703E-02	3.92565E-02	2.00743E-03
6	1.38011E-03	3.95632E-02	4.85799E-02	2.48420E-03
7	1.60316E-03	4.59572E-02	5.64312E-02	2.88569E-03
TIME STEP 3 8	1.77045E-03	5.07528E-02	6.23197E-02	3.18680E-03
9	1.85409E-03	5.31506E-02	6.52639E-02	3.33736E-03
10	1.82621E-03	5.23513E-02	6.42825E-02	3.28717E-03
11	1.67286E-03	4.79554E-02	5.88848E-02	3.01115E-03
12	1.40799E-03	4.03625E-02	4.95613E-02	2.53439E-03
13	1.08736E-03	3.11710E-02	3.82751E-02	1.95725E-03
14	1.53346E-04	4.39591E-03	5.39777E-03	2.76022E-04
15	8.36431E-05	2.39777E-03	2.94424E-03	1.50558E-04
16	4.18216E-05	1.19888E-03	1.47212E-03	7.52788E-05
TOTAL	1.50000E-02	4.30000E-01	5.28000E-01	2.70000E-02

CHANNEL POWER FOR KINETICS CALC.				
CHANNEL NO.				
NODE	1	2	3	4
1	3.66300E-05	9.89011E-04	1.20192E-03	6.18132E-05
2	6.59341E-05	1.78022E-03	2.16346E-03	1.11264E-04
3	1.17216E-04	3.16484E-03	3.84615E-03	1.97802E-04
4	8.49817E-04	2.29451E-02	2.78846E-02	1.43407E-03
5	1.18681E-03	3.20440E-02	3.89423E-02	2.00275E-03
6	1.46520E-03	3.95604E-02	4.80769E-02	2.47253E-03
7	1.71429E-03	4.62857E-02	5.62500E-02	2.89286E-03
TIME STEP 4 8	1.87546E-03	5.06374E-02	6.15385E-02	3.16484E-03
9	1.97802E-03	5.34066E-02	6.49038E-02	3.33791E-03
10	1.93407E-03	5.22198E-02	6.34615E-02	3.26374E-03
11	1.78755E-03	4.82637E-02	5.86538E-02	3.01648E-03
12	1.52381E-03	4.11429E-02	5.00000E-02	2.57143E-03
13	1.17216E-03	3.16484E-02	3.84615E-02	1.97802E-03
14	1.61172E-04	4.35165E-03	5.28846E-03	2.71978E-04
15	8.79121E-05	2.37363E-03	2.88462E-03	1.48352E-04
16	4.39560E-05	1.18681E-03	1.44231E-03	7.41758E-05
TOTAL	1.60000E-02	4.32000E-01	5.25000E-01	2.70000E-02

表6.8 チャンネル出力分布 ケース1.1

CHANNEL POWER FOR KINETICS CALC.

		CHANNEL NO.				
		1	2	3	4	5
TIME STEP 1	NODE 1	1.46104E-05	1.46104E-05	6.94805E-04	8.52273E-04	4.54545E-05
	2	4.38312E-05	4.38312E-05	2.08442E-03	2.55682E-03	1.36364E-04
	3	5.84416E-05	5.84416E-05	2.77922E-03	3.40909E-03	1.81818E-04
	4	4.38312E-04	4.38312E-04	2.08442E-02	2.55682E-02	1.36364E-03
	5	5.99026E-04	5.99026E-04	2.84870E-02	3.49432E-02	1.86364E-03
	6	7.74351E-04	7.74351E-04	3.68247E-02	4.51705E-02	2.40909E-03
	7	9.05844E-04	9.05844E-04	4.30779E-02	5.28409E-02	2.81818E-03
	8	1.02273E-03	1.02273E-03	4.86364E-02	5.96591E-02	3.18182E-03
	9	1.12500E-03	1.12500E-03	5.35000E-02	6.56250E-02	3.50000E-03
	10	1.13961E-03	1.13961E-03	5.41948E-02	6.64773E-02	3.54545E-03
	11	1.06656E-03	1.06656E-03	5.07208E-02	6.22159E-02	3.31818E-03
	12	9.05844E-04	9.05844E-04	4.30779E-02	5.28409E-02	2.81818E-03
	13	7.01299E-04	7.01299E-04	3.33506E-02	4.09091E-02	2.18182E-03
	14	1.02273E-04	1.02273E-04	4.86364E-03	5.96591E-03	3.18182E-04
	15	5.84416E-05	5.84416E-05	2.77922E-03	3.40909E-03	1.81818E-04
	16	4.38312E-05	4.38312E-05	2.08442E-03	2.55682E-03	1.36364E-04
	TOTAL	9.00000E-03	9.00000E-03	4.28000E-01	5.25000E-01	2.80000E-02

CHANNEL POWER FOR KINETICS CALC.

		CHANNEL NO.				
		1	2	3	4	5
TIME STEP 2	NODE 1	1.42469E-05	1.42469E-05	6.78019E-04	7.12347E-04	3.79919E-05
	2	4.27408E-05	4.27408E-05	1.73406E-03	2.13704E-03	1.13976E-04
	3	7.12347E-05	7.12347E-05	2.89009E-03	3.56174E-03	1.89959E-04
	4	4.98643E-04	4.98643E-04	2.02307E-02	2.49322E-02	1.32972E-03
	5	6.98100E-04	6.98100E-04	2.83229E-02	3.49050E-02	1.86160E-03
	6	8.97558E-04	8.97558E-04	3.64152E-02	4.48779E-02	2.39349E-03
	7	1.08277E-03	1.08277E-03	4.39294E-02	5.41384E-02	2.88738E-03
	8	1.25373E-03	1.25373E-03	5.08657E-02	6.26866E-02	3.34328E-03
	9	1.33921E-03	1.33921E-03	5.43338E-02	6.69607E-02	3.57123E-03
	10	1.32497E-03	1.32497E-03	5.37558E-02	6.62483E-02	3.53324E-03
	11	1.22524E-03	1.22524E-03	4.97096E-02	6.12619E-02	3.26730E-03
	12	1.02578E-03	1.02578E-03	4.16174E-02	5.12890E-02	2.73541E-03
	13	7.83582E-04	7.83582E-04	3.17910E-02	3.91791E-02	2.08955E-03
	14	1.28223E-04	1.28223E-04	5.20217E-03	6.41113E-03	3.41927E-04
	15	7.12347E-05	7.12347E-05	2.89009E-03	3.56174E-03	1.89959E-04
	16	4.27408E-05	4.27408E-05	1.73406E-03	2.13704E-03	1.13976E-04
	TOTAL	1.05000E-02	1.05000E-02	4.26000E-01	5.25000E-01	2.80000E-02

表6.8 チャンネル出力分布 ケース1, 2

CHANNEL POWER FOR KINETICS CALC.

CHANNEL NO.						
NODE	1	2	3	4	5	
1	2.83480E-05	2.83480E-05	8.25024E-04	1.01857E-03	5.47410E-05	
2	5.66960E-05	5.66960E-05	1.65005E-03	2.03715E-03	1.09482E-04	
3	9.92180E-05	9.92180E-05	2.88759E-03	3.56500E-03	1.91593E-04	
4	6.94526E-04	6.94526E-04	2.02131E-02	2.49550E-02	1.34115E-03	
5	1.03470E-03	1.03470E-03	3.01134E-02	3.71779E-02	1.99804E-03	
6	1.37488E-03	1.37488E-03	4.00137E-02	4.94008E-02	2.65494E-03	
7	1.63001E-03	1.63001E-03	4.74389E-02	5.85679E-02	3.14761E-03	
8	1.77175E-03	1.77175E-03	5.15640E-02	6.36608E-02	3.42131E-03	
9	1.82845E-03	1.82845E-03	5.32141E-02	6.56979E-02	3.53079E-03	
10	1.75758E-03	1.75758E-03	5.11515E-02	6.31515E-02	3.39394E-03	
11	1.58749E-03	1.58749E-03	4.62014E-02	5.70401E-02	3.06549E-03	
12	1.33236E-03	1.33236E-03	3.87761E-02	4.78729E-02	2.57283E-03	
13	1.00635E-03	1.00635E-03	2.92884E-02	3.61593E-02	1.94330E-03	
14	1.55914E-04	1.55914E-04	4.53763E-03	5.60215E-03	3.01075E-04	
15	8.50440E-05	8.50440E-05	2.47507E-03	3.05572E-03	1.64223E-04	
16	5.66960E-05	5.66960E-05	1.65005E-03	2.03715E-03	1.09482E-04	
TOTAL	1.45000E-02	1.45000E-02	4.22000E-01	5.21000E-01	2.80000E-02	

TIME STEP 3

CHANNEL POWER FOR KINETICS CALC.

CHANNEL NO.						
NODE	1	2	3	4	5	
1	4.34603E-05	4.34603E-05	1.04056E-03	1.28642E-03	6.95364E-05	
2	7.24338E-05	7.24338E-05	1.73427E-03	2.14404E-03	1.15894E-04	
3	1.44868E-04	1.44868E-04	3.46854E-03	4.28808E-03	2.31788E-04	
4	1.01407E-03	1.01407E-03	2.42798E-02	3.00166E-02	1.62252E-03	
5	1.40522E-03	1.40522E-03	3.36449E-02	4.15944E-02	2.24834E-03	
6	1.73841E-03	1.73841E-03	4.16225E-02	5.14570E-02	2.78146E-03	
7	1.97020E-03	1.97020E-03	4.71722E-02	5.83179E-02	3.15232E-03	
8	2.10058E-03	2.10058E-03	5.02939E-02	6.21772E-02	3.36093E-03	
9	2.12955E-03	2.12955E-03	5.09876E-02	6.30348E-02	3.40728E-03	
10	2.04263E-03	2.04263E-03	4.89065E-02	6.04619E-02	3.26821E-03	
11	1.83982E-03	1.83982E-03	4.40505E-02	5.44586E-02	2.94371E-03	
12	1.52111E-03	1.52111E-03	3.64197E-02	4.50248E-02	2.43377E-03	
13	1.14445E-03	1.14445E-03	2.74015E-02	3.38758E-02	1.83113E-03	
14	1.73841E-04	1.73841E-04	4.16225E-03	5.14570E-03	2.78146E-04	
15	1.01407E-04	1.01407E-04	2.42798E-03	3.00166E-03	1.62252E-04	
16	5.79470E-05	5.79470E-05	1.38742E-03	1.71523E-03	9.27152E-05	
TOTAL	1.75000E-02	1.75000E-02	4.19000E-01	5.18000E-01	2.80000E-02	

TIME STEP 4

表6.9 チャンネル出力分布 ケース2.1

POWER DISTRIBUTION FOR THERMAL CALC.

CHANNEL NO.

NODE	1	2	3	4
1	3.82932E-05	1.00460E-03	8.49787E-04	2.16567E-04
2	8.39917E-05	1.72645E-03	1.46616E-03	3.45357E-04
3	1.15586E-04	3.20520E-03	2.76782E-03	5.68877E-04
4	9.67341E-04	2.74750E-02	2.68977E-02	8.85015E-04
5	1.31901E-03	3.78437E-02	3.70600E-02	1.20819E-03
6	1.63134E-03	4.88820E-02	4.59671E-02	1.48489E-03
7	1.87229E-03	5.35569E-02	5.21403E-02	1.69040E-03
8	2.05583E-03	5.80361E-02	5.68978E-02	1.81274E-03
9	2.16022E-03	5.97272E-02	5.84648E-02	1.84205E-03
10	2.13820E-03	5.81381E-02	5.70316E-02	1.77201E-03
11	1.98192E-03	5.33694E-02	5.27286E-02	1.60142E-03
12	1.68304E-03	4.51020E-02	4.42713E-02	1.33556E-03
13	1.29492E-03	3.45814E-02	3.33345E-02	9.98853E-04
14	1.58878E-04	4.24661E-03	3.51939E-03	6.53157E-04
15	9.41471E-05	2.50619E-03	1.95021E-03	4.04229E-04
16	6.08516E-05	1.61954E-03	1.19242E-03	2.59151E-04
TOTAL	1.76354E-02	4.89019E-01	4.76269E-01	1.70784E-02

TIME STEP 1

CHANNEL NO.

NODE	1	2	3	4
1	4.08498E-05	1.01937E-03	8.35596E-04	2.12371E-04
2	6.86510E-05	1.75172E-03	1.44108E-03	3.38566E-04
3	1.24865E-04	3.25200E-03	2.71933E-03	5.57574E-04
4	1.05418E-03	2.78889E-02	2.64177E-02	8.67302E-04
5	1.45923E-03	3.84232E-02	3.64079E-02	1.18394E-03
6	1.84666E-03	4.76122E-02	4.51581E-02	1.45510E-03
7	2.16986E-03	5.43894E-02	5.12257E-02	1.65655E-03
8	2.38418E-03	5.89020E-02	5.56508E-02	1.77656E-03
9	2.45176E-03	6.05484E-02	5.74555E-02	1.80545E-03
10	2.37043E-03	5.88608E-02	5.60555E-02	1.73697E-03
11	2.15944E-03	5.39689E-02	5.18334E-02	1.56992E-03
12	1.81319E-03	4.55646E-02	4.35268E-02	1.30946E-03
13	1.38439E-03	3.49112E-02	3.27826E-02	9.79491E-04
14	1.68973E-04	4.28424E-03	3.46133E-03	6.40653E-04
15	9.97418E-05	2.52760E-03	1.91921E-03	3.96614E-04
16	6.42507E-05	1.63293E-03	1.17422E-03	2.54372E-04
TOTAL	1.96606E-02	4.95537E-01	4.68064E-01	1.67408E-02

TIME STEP 2

CHANNEL NO.

NODE	1	2	3	4
1	4.77051E-05	1.04713E-03	8.21695E-04	2.08223E-04
2	8.18621E-05	1.79728E-03	1.41646E-03	3.31853E-04
3	1.51979E-04	3.33192E-03	2.67168E-03	5.46399E-04
4	1.31037E-03	2.85472E-02	2.59550E-02	8.49784E-04
5	1.79102E-03	3.92495E-02	3.57646E-02	1.15995E-03
6	2.19315E-03	4.85171E-02	4.43582E-02	1.42558E-03
7	2.46820E-03	5.52733E-02	5.03188E-02	1.62299E-03
8	2.62415E-03	5.97003E-02	5.46693E-02	1.74065E-03
9	2.64163E-03	6.12222E-02	5.64488E-02	1.76907E-03
10	2.51923E-03	5.93990E-02	5.50791E-02	1.70209E-03
11	2.27449E-03	5.43795E-02	5.09357E-02	1.53853E-03
12	1.89841E-03	4.58592E-02	4.27783E-02	1.28341E-03
13	1.44360E-03	3.51091E-02	3.22264E-02	9.60159E-04
14	1.75710E-04	4.30553E-03	3.40275E-03	6.28157E-04
15	1.03497E-04	2.53934E-03	1.88779E-03	3.88993E-04
16	6.85437E-05	1.64007E-03	1.15569E-03	2.49581E-04
TOTAL	2.17915E-02	5.01917E-01	4.59889E-01	1.64054E-02

TIME STEP 3

表6.10 チャンネル出力分布 ケース2.2

POWER DISTRIBUTION FOR THERMAL CALC.					
CHANNEL NO.					
NODE	1	2	3	4	5
1	1.58313E-05	1.54303E-05	1.02706E-03	8.34359E-04	2.16567E-04
2	2.71251E-05	2.68548E-05	1.76332E-03	1.43931E-03	3.45358E-04
3	4.99824E-05	5.08732E-05	3.27081E-03	2.71695E-03	5.68879E-04
4	4.21154E-04	4.91304E-04	2.80213E-02	2.63965E-02	8.85017E-04
5	5.80601E-04	6.80001E-04	3.85822E-02	3.63800E-02	1.20819E-03
6	7.24087E-04	8.48549E-04	4.77893E-02	4.51187E-02	1.48490E-03
7	8.37545E-04	9.72643E-04	5.45918E-02	5.11677E-02	1.69040E-03
8	9.27063E-04	1.07611E-03	5.91650E-02	5.85618E-02	1.81274E-03
9	9.81688E-04	1.13924E-03	6.09059E-02	5.73256E-02	1.84206E-03
10	9.78392E-04	1.13511E-03	5.92980E-02	5.58966E-02	1.77201E-03
11	9.12257E-04	1.06532E-03	5.44388E-02	5.16634E-02	1.60142E-03
12	7.78707E-04	9.05696E-04	4.60064E-02	4.33657E-02	1.33557E-03
13	6.01338E-04	6.92217E-04	3.52750E-02	3.26423E-02	9.98856E-04
14	7.43378E-05	7.39093E-05	4.33116E-03	3.44548E-03	6.53158E-04
15	4.41102E-05	4.21568E-05	2.55623E-03	1.90806E-03	4.04230E-04
16	2.85367E-05	2.64658E-05	1.65186E-03	1.16596E-03	2.59152E-04
TOTAL	7.98275E-03	9.24188E-03	4.98874E-01	4.67027E-01	1.70785E-02

TIME STEP 1

CHANNEL NO.					
NODE	1	2	3	4	5
1	1.80799E-05	1.81063E-05	1.02090E-03	8.33829E-04	2.16954E-04
2	3.11627E-05	3.17220E-05	1.75261E-03	1.43832E-03	3.45941E-04
3	5.78337E-05	6.05585E-05	3.23070E-03	2.71492E-03	5.68807E-04
4	4.91615E-04	5.90194E-04	2.78567E-02	2.63854E-02	8.86431E-04
5	6.88373E-04	8.29435E-04	3.83610E-02	3.63720E-02	1.21014E-03
6	8.79016E-04	1.05858E-03	4.75242E-02	4.51190E-02	1.48727E-03
7	1.04112E-03	1.24010E-03	5.42935E-02	5.11710E-02	1.69294E-03
8	1.15197E-03	1.36969E-03	5.88344E-02	5.55491E-02	1.81506E-03
9	1.19240E-03	1.41597E-03	6.05425E-02	5.72773E-02	1.84379E-03
10	1.15995E-03	1.37566E-03	5.89187E-02	5.58090E-02	1.77296E-03
11	1.06264E-03	1.26732E-03	5.40693E-02	5.15478E-02	1.60162E-03
12	8.96327E-04	1.06384E-03	4.56804E-02	4.32454E-02	1.33526E-03
13	6.86624E-04	8.06018E-04	3.50196E-02	3.25400E-02	9.98382E-04
14	8.44196E-05	8.55899E-05	4.29882E-03	3.43337E-03	6.52773E-04
15	4.98802E-05	4.85565E-05	2.53748E-03	1.90124E-03	4.03971E-04
16	3.21444E-05	3.03427E-05	1.63997E-03	1.16173E-03	2.58990E-04
TOTAL	9.52355E-03	1.12917E-02	4.95599E-01	4.66498E-01	1.70923E-02

TIME STEP 2

CHANNEL NO.					
NODE	1	2	3	4	5
1	2.27894E-05	2.33786E-05	1.01983E-03	8.40925E-04	2.18893E-04
2	4.00963E-05	4.17472E-05	1.74995E-03	1.44951E-03	3.48721E-04
3	7.58969E-05	8.10586E-05	3.24374E-03	2.73349E-03	5.73873E-04
4	6.57787E-04	8.04275E-04	2.77882E-02	2.65505E-02	8.91910E-04
5	9.06787E-04	1.11140E-03	3.82323E-02	3.65475E-02	1.21632E-03
6	1.11689E-03	1.36804E-03	4.73136E-02	4.52594E-02	1.49306E-03
7	1.26337E-03	1.53128E-03	5.39885E-02	5.12335E-02	1.69731E-03
8	1.35009E-03	1.63292E-03	5.84351E-02	5.55140E-02	1.81735E-03
9	1.36619E-03	1.64905E-03	6.00711E-02	5.71464E-02	1.84384E-03
10	1.30957E-03	1.57743E-03	5.84112E-02	5.56055E-02	1.77107E-03
11	1.18802E-03	1.43808E-03	5.35694E-02	5.13057E-02	1.59848E-03
12	9.95498E-04	1.19857E-03	4.52376E-02	4.30089E-02	1.33172E-03
13	7.59142E-04	9.03565E-04	3.46716E-02	3.23456E-02	9.95265E-04
14	9.30426E-05	9.55888E-05	4.25482E-03	3.41124E-03	6.50565E-04
15	5.48404E-05	5.40857E-05	2.51178E-03	1.88878E-03	4.02540E-04
16	3.52593E-05	3.37027E-05	1.82355E-03	1.15400E-03	2.58052E-04
TOTAL	1.12353E-02	1.35442E-02	4.92121E-01	4.65994E-01	1.71090E-02

TIME STEP 3

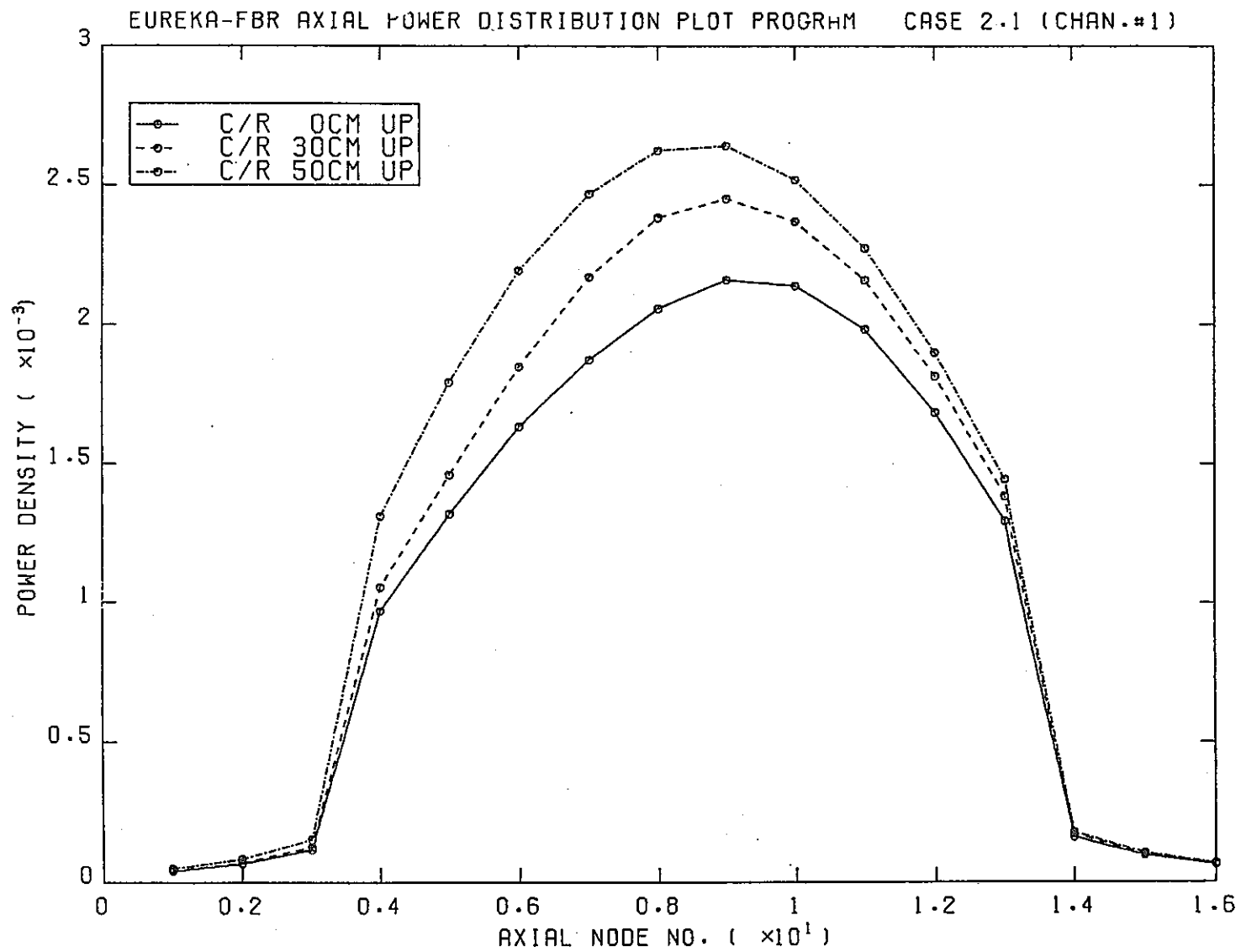


図6.9 チャンネル出力分布の時間変化

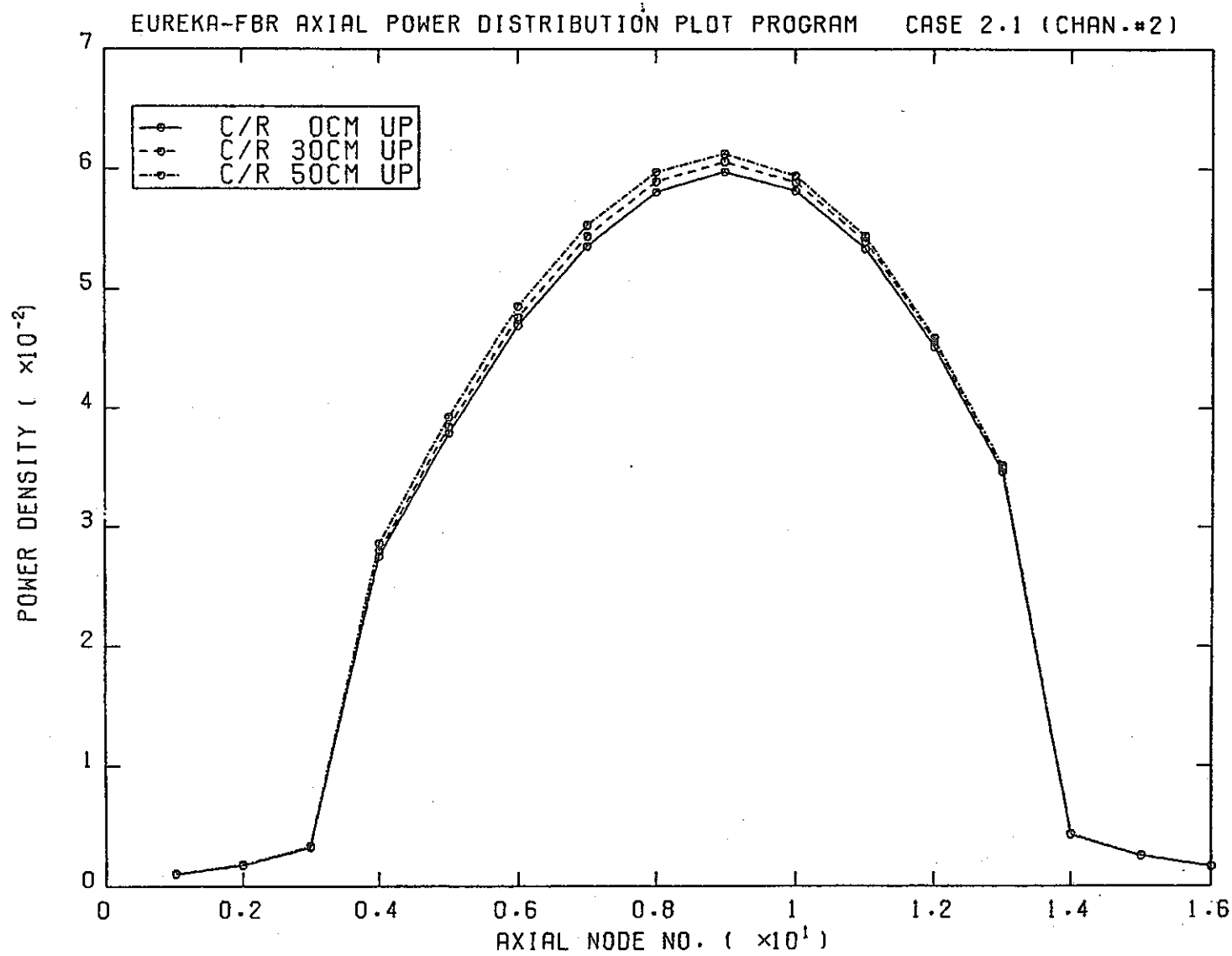


図6.10 チャンネル出力分布の時間変化

EUREKA-FBR AXIAL POWER DISTRIBUTION PLOT PROGRAM CASE 2.1 (CHAN.#3)

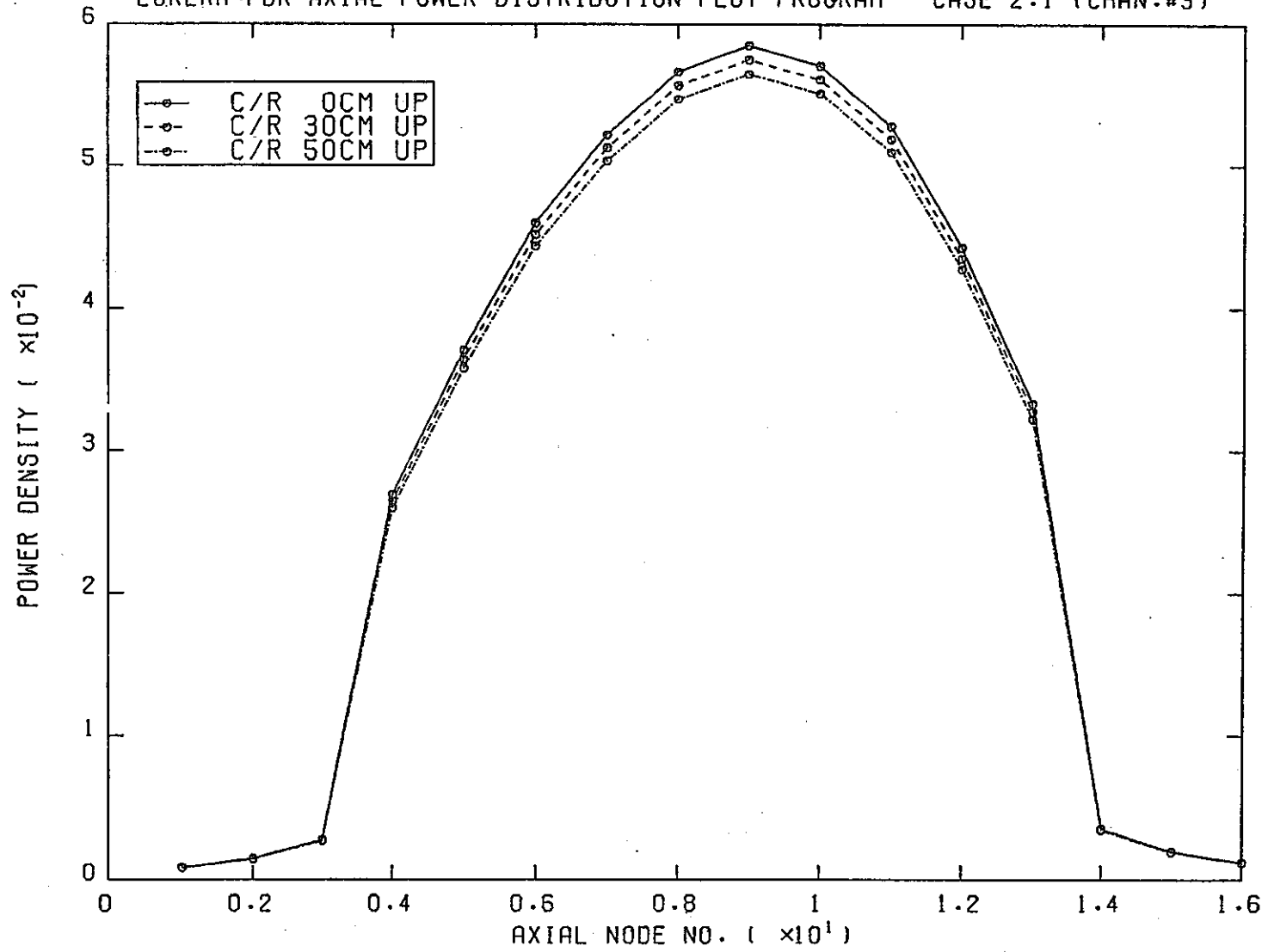


図6.11 チャンネル出力分布の時間変化

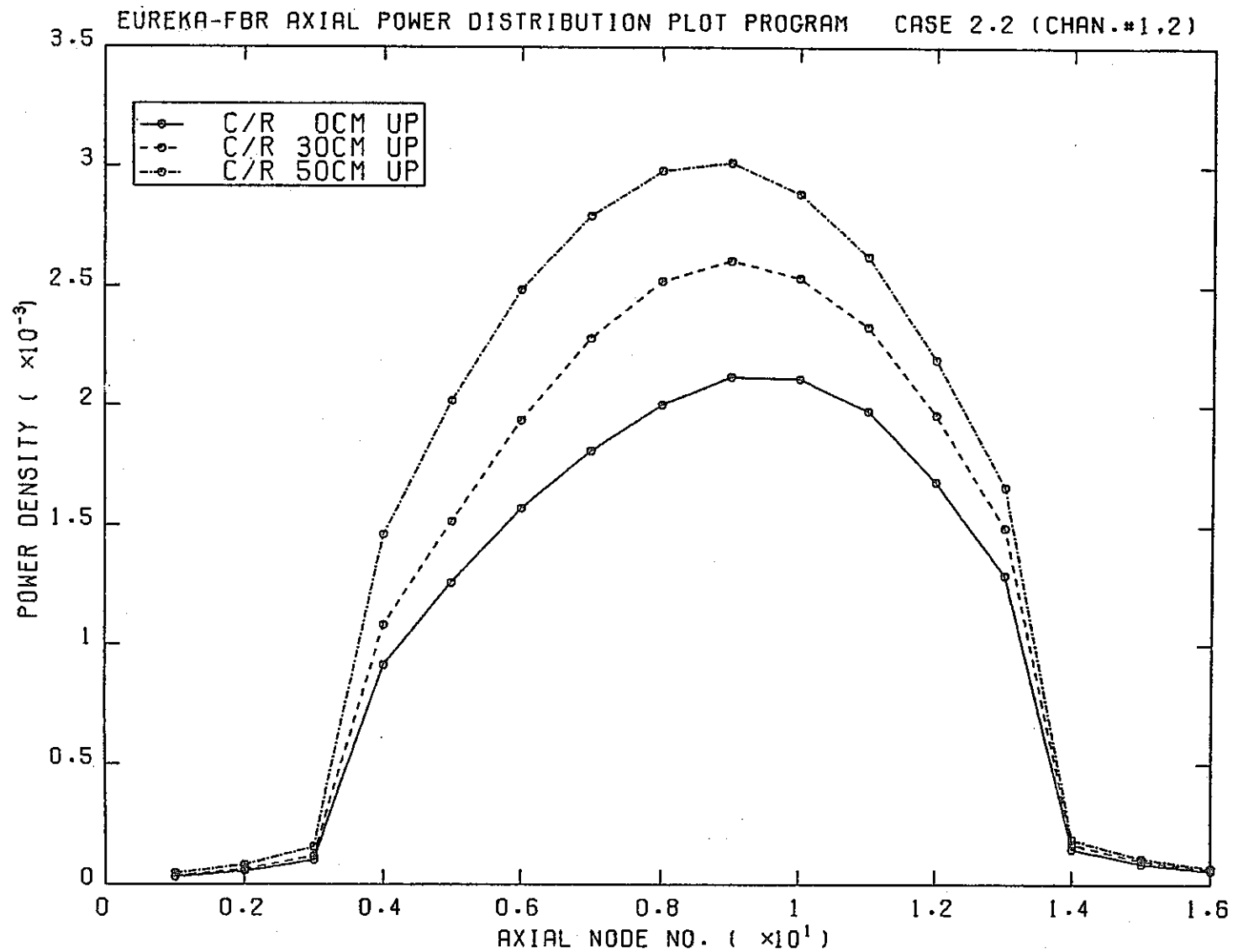


図6.12 チャンネル出力分布の時間変化

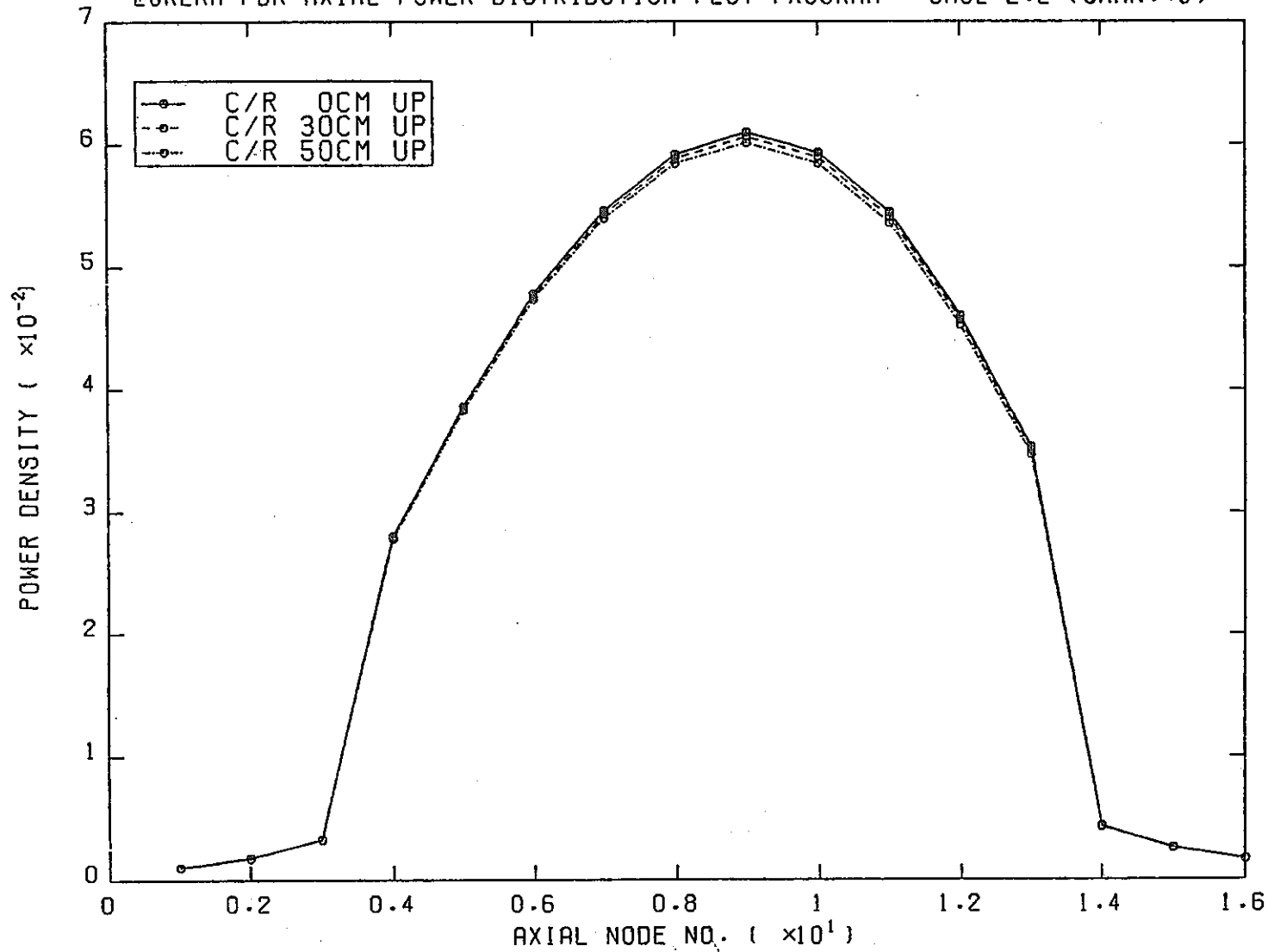


図6.13 チャンネル出力分布の時間変化

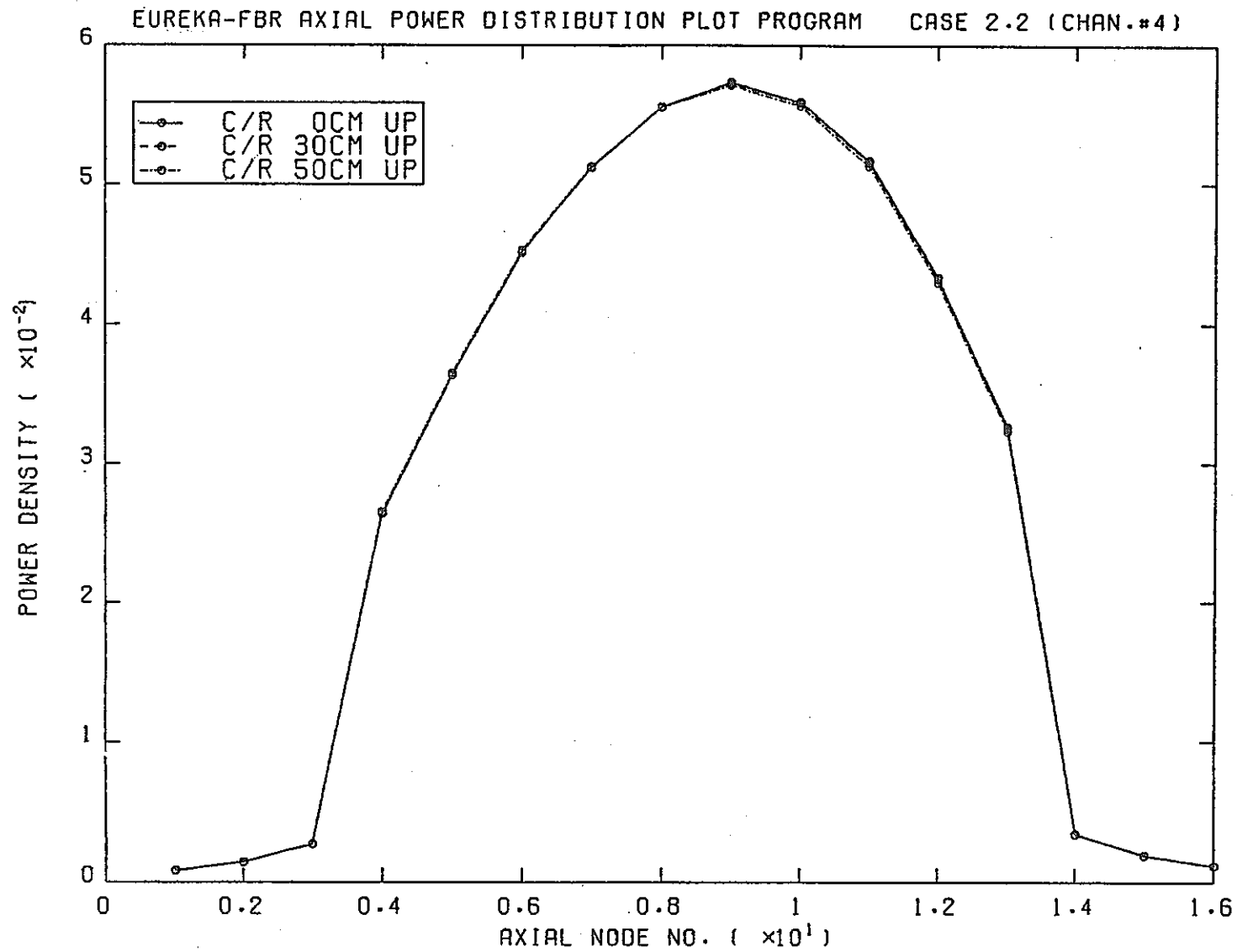


図6.14 チャンネル出力分布の時間変化

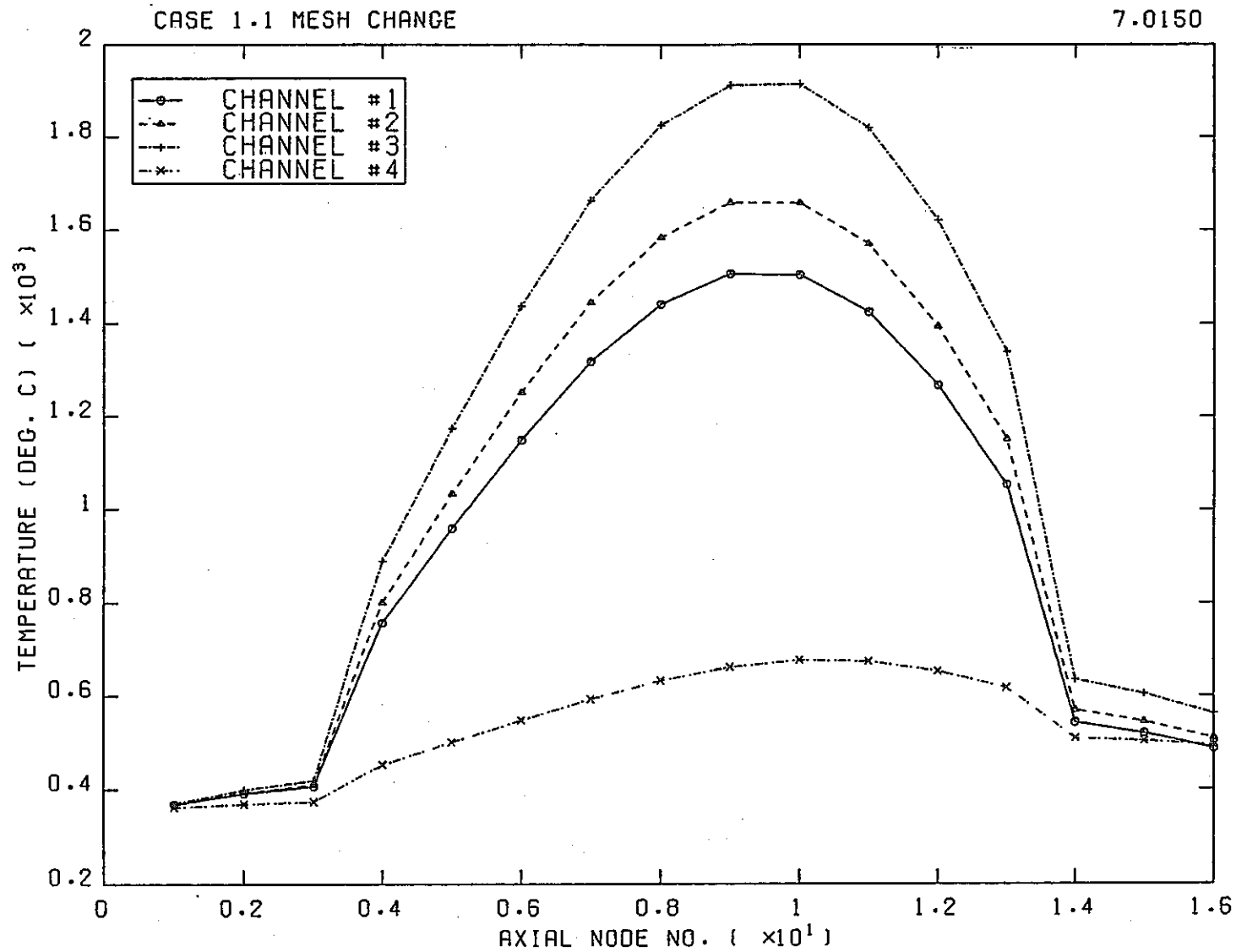


図6.15 燃料中心軸方向温度分布 (スクラム投入時)

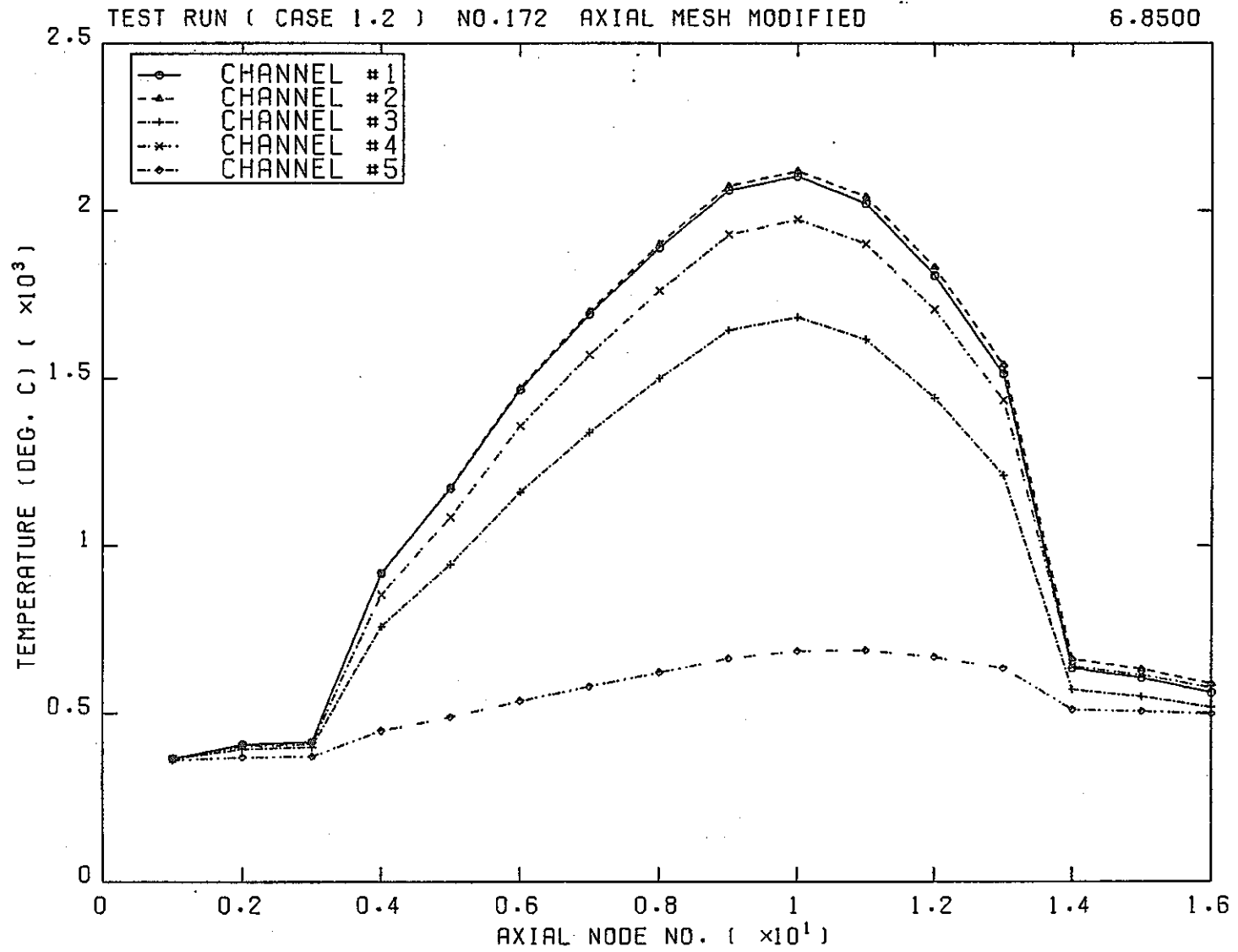


図6.16 燃料中心軸方向温度分布 (スクラム投入時)

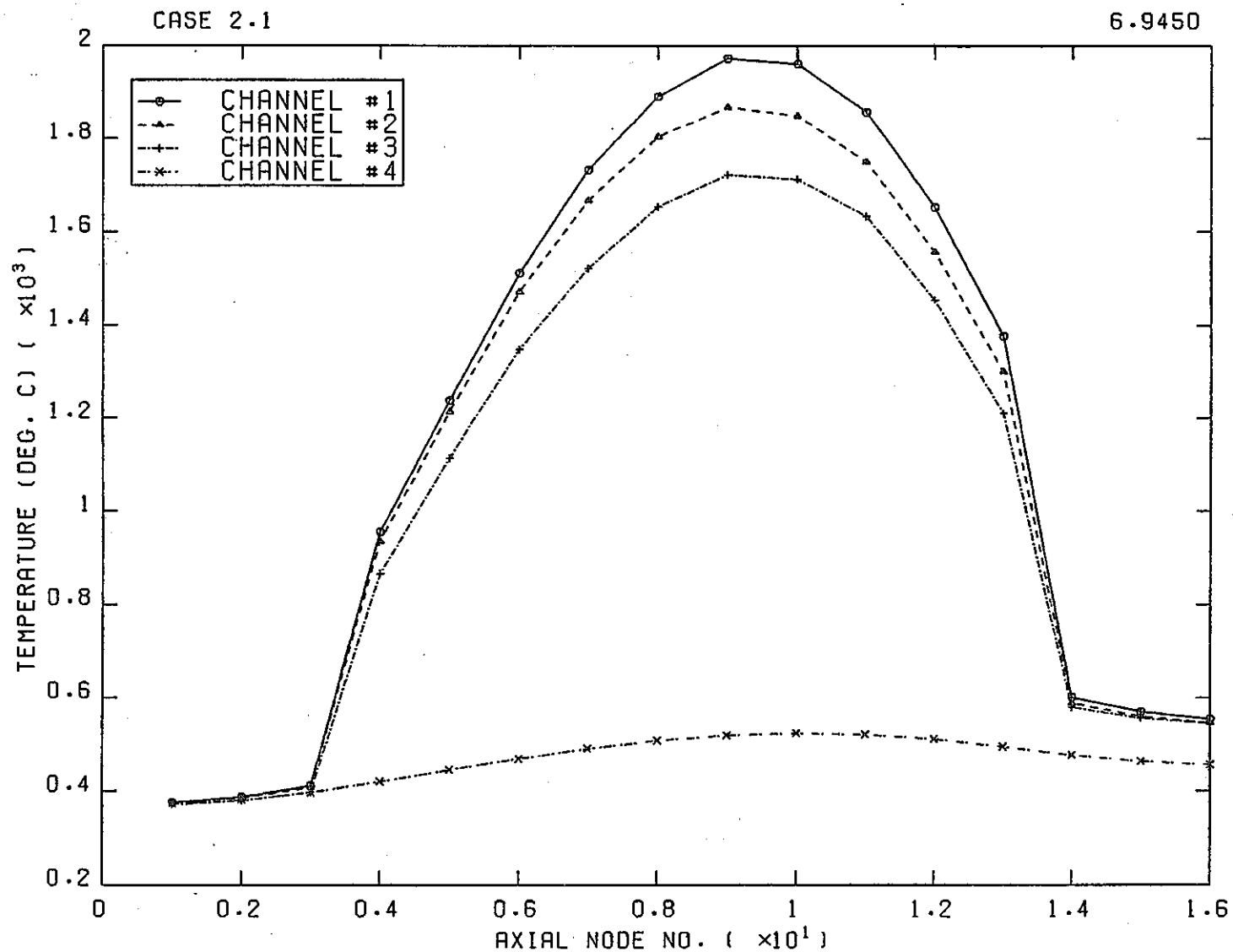


図6.17 燃料中心軸方向温度分布 (スクラム投入時)

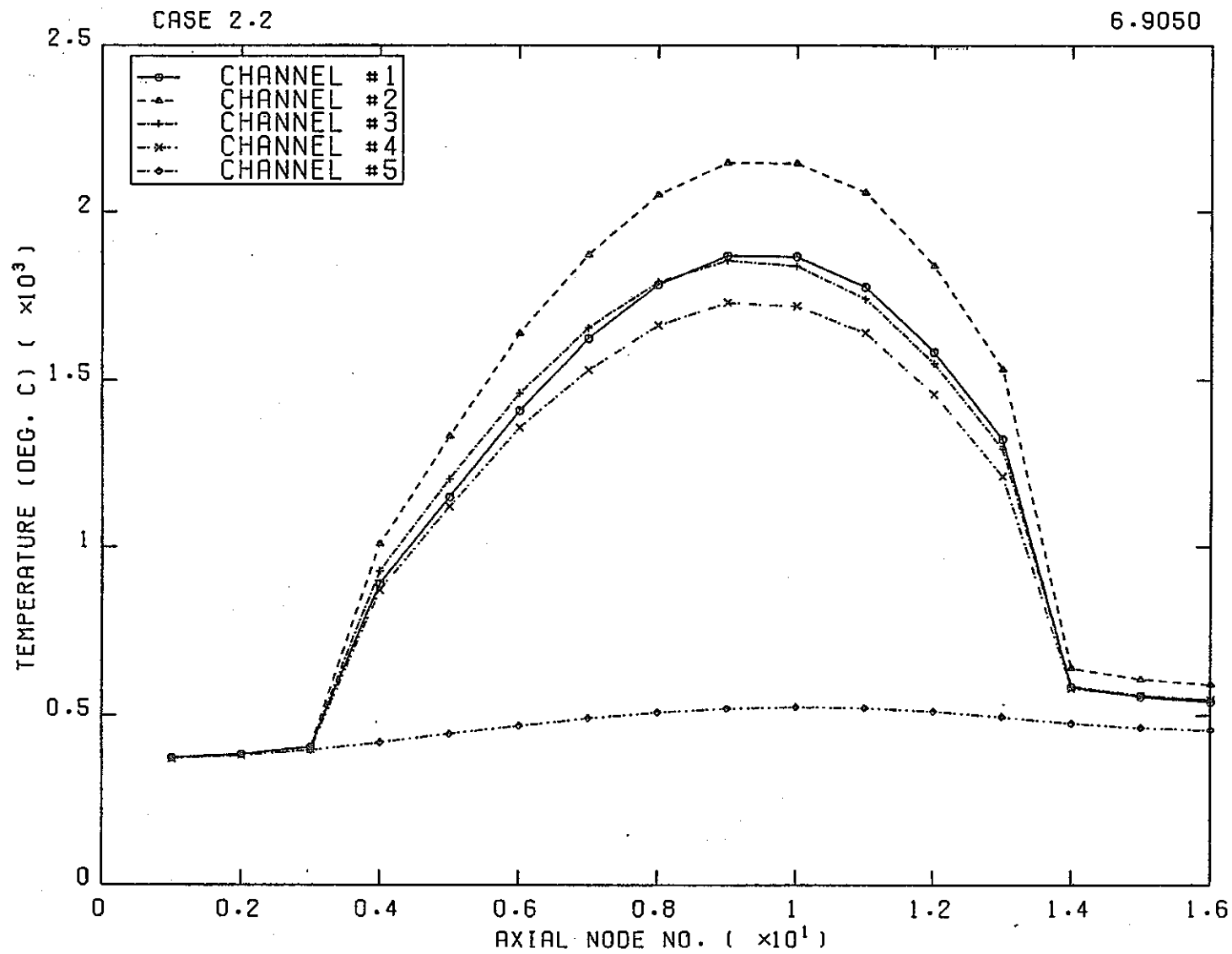


図6.18 燃料中心軸方向温度分布 (スクラム投入時)

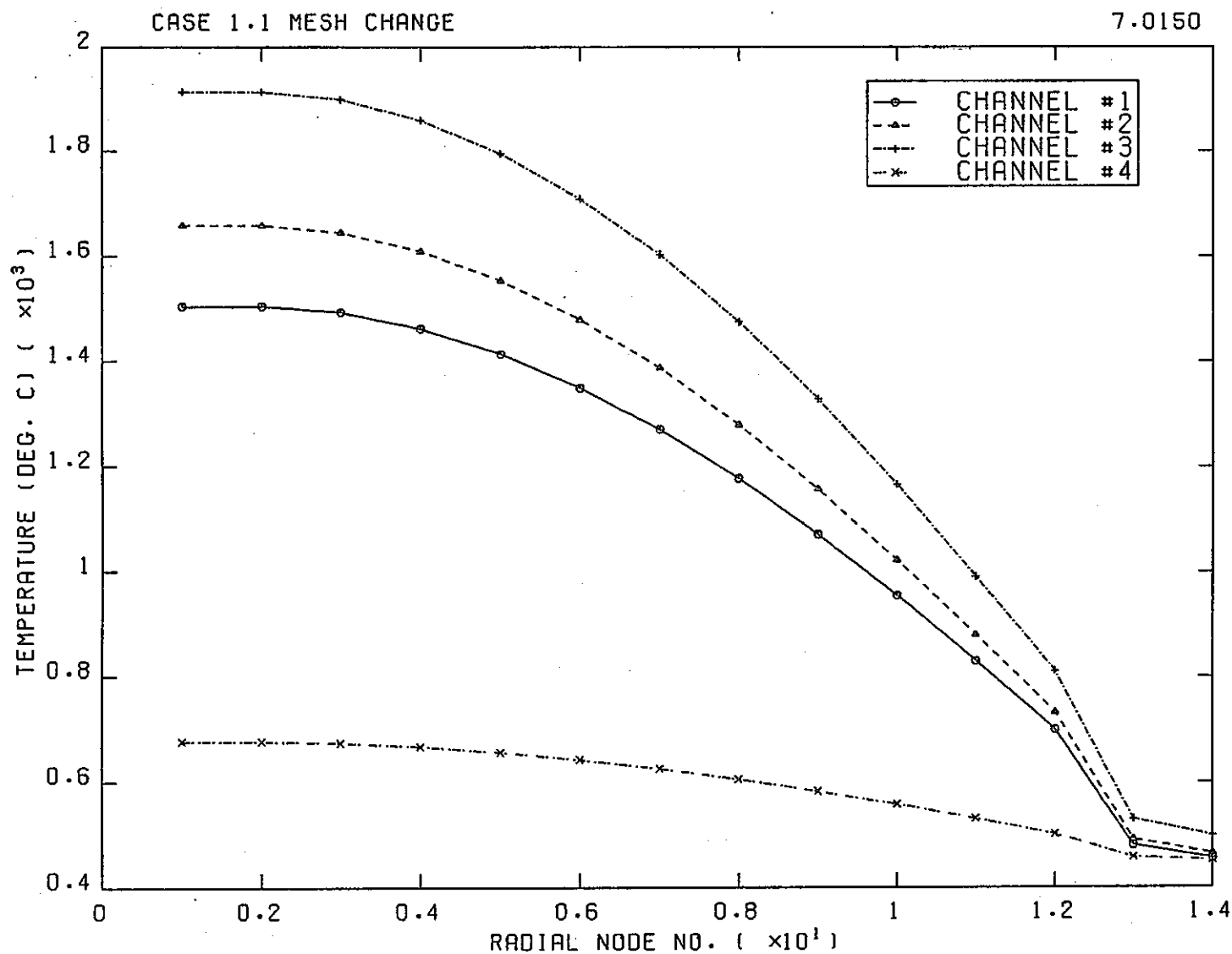


図6.19 燃料セル内径方向温度分布 (スクラム投入時)

TEST RUN (CASE 1.2) NO.172 AXIAL MESH MODIFIED 6.8500

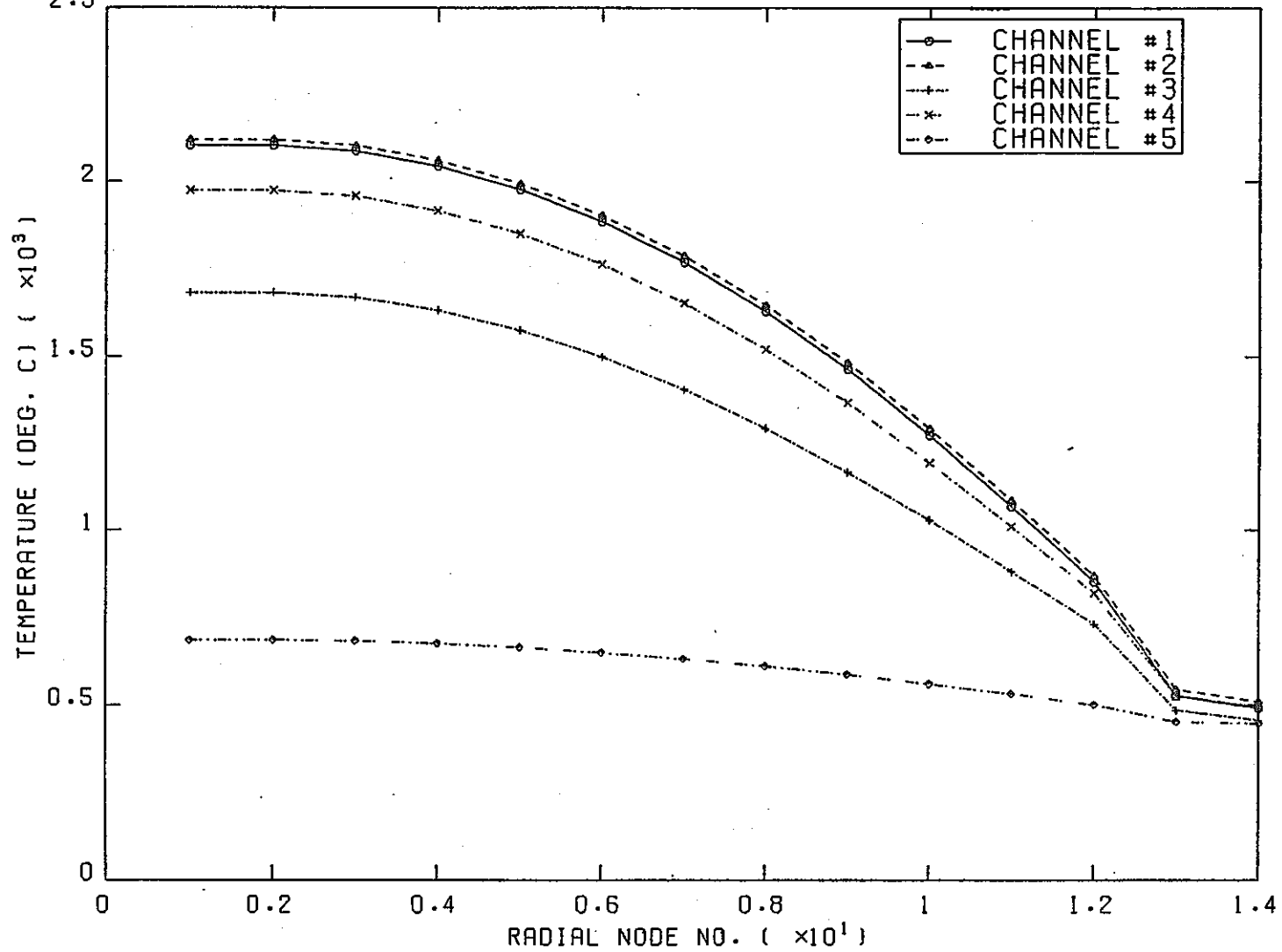


図6.20 燃料セル内径方向温度分布 (スクラム投入時)

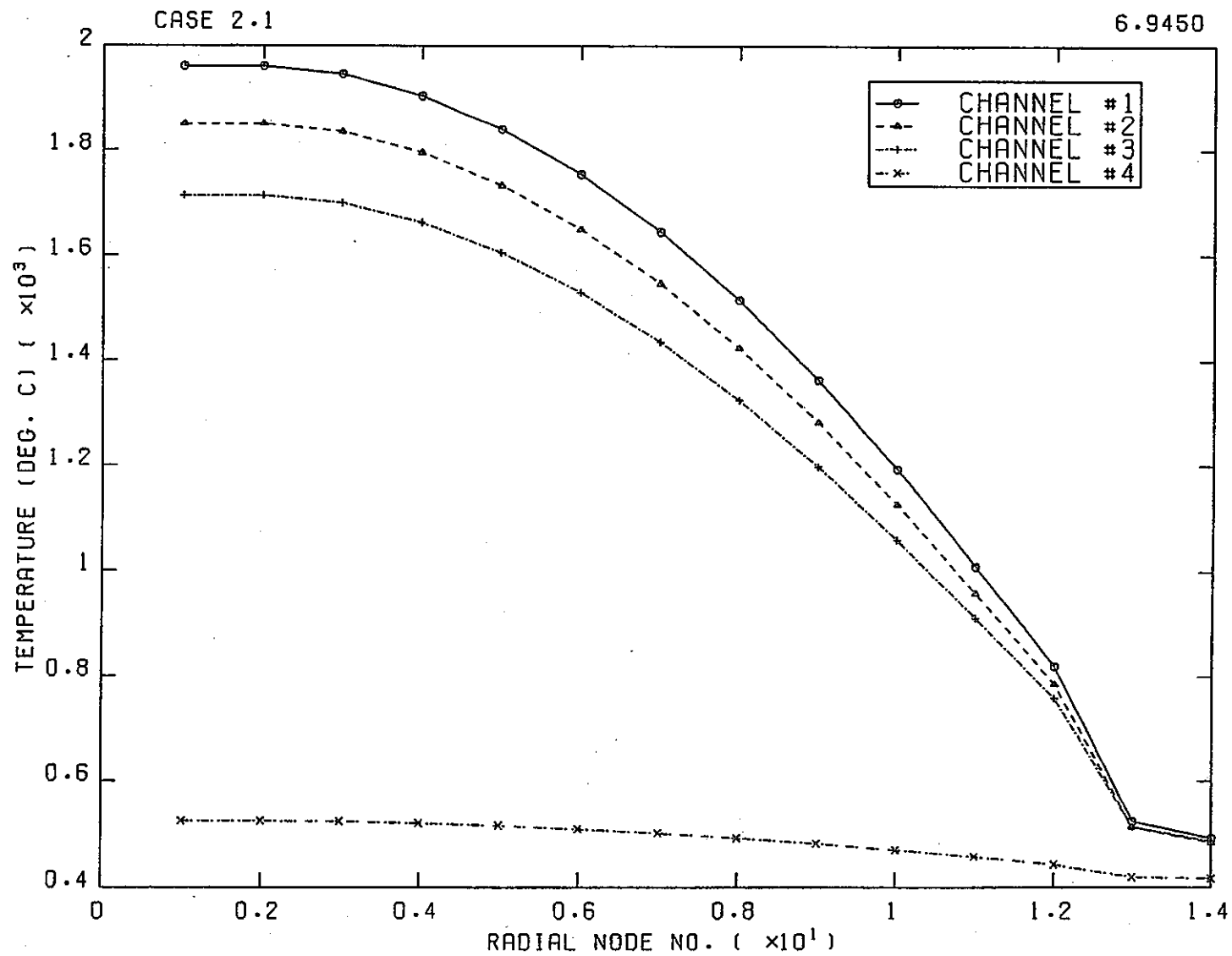


図6.21 燃料セル内径方向温度分布 (スクラム投入時)

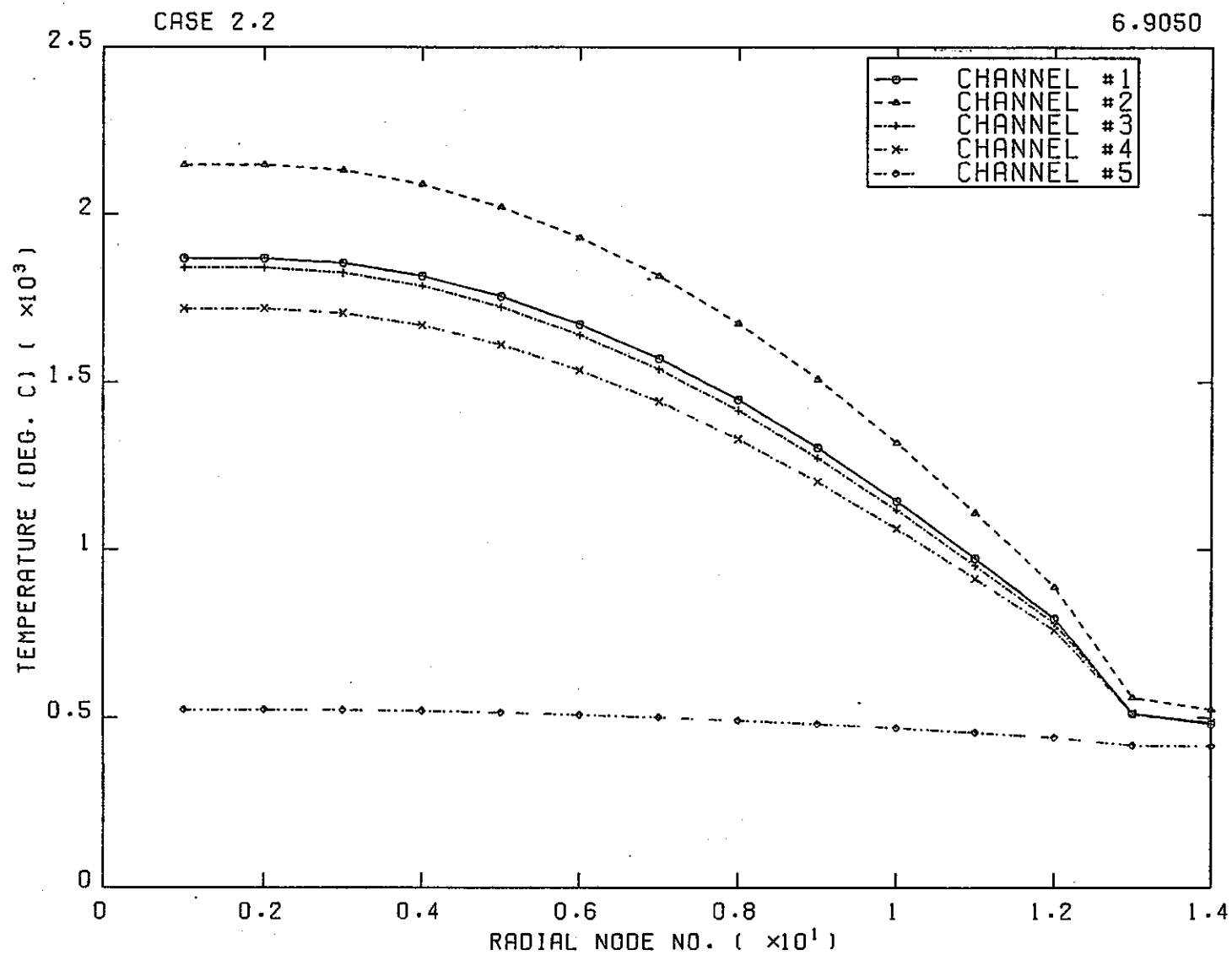


図6.22 燃料セル内径方向温度分布 (スクラム投入時)

表6.10 スクラム時フィードバック反応度比較

項 目	計 算 ケ ー ス				
	1. 1	1. 2	2. 1	2. 2	
スクラム時間(sec)	7. 0 2	6. 8 6	6. 9 5	6. 9 1	
燃料最高温度(℃)	1 9 1 4	2 1 2 0	1 9 7 3	2 1 4 7	
フ ィ ー ド バ ッ ク 反 応 度	フッラー	-1.198×10^{-1}	-1.124×10^{-1}	-1.195×10^{-1}	-1.161×10^{-1}
	燃料	-4.052×10^{-2}	-4.068×10^{-2}	-3.980×10^{-2}	-4.094×10^{-2}
	被覆管	3.814×10^{-3}	3.490×10^{-3}	4.114×10^{-3}	3.946×10^{-3}
	冷却材	1.031×10^{-2}	9.355×10^{-3}	1.124×10^{-2}	1.076×10^{-2}
	ラッパ管	1.269×10^{-3}	1.164×10^{-3}	1.369×10^{-3}	1.322×10^{-3}
	計	-1.449×10^{-1}	-1.391×10^{-1}	-1.425×10^{-1}	-1.410×10^{-1}

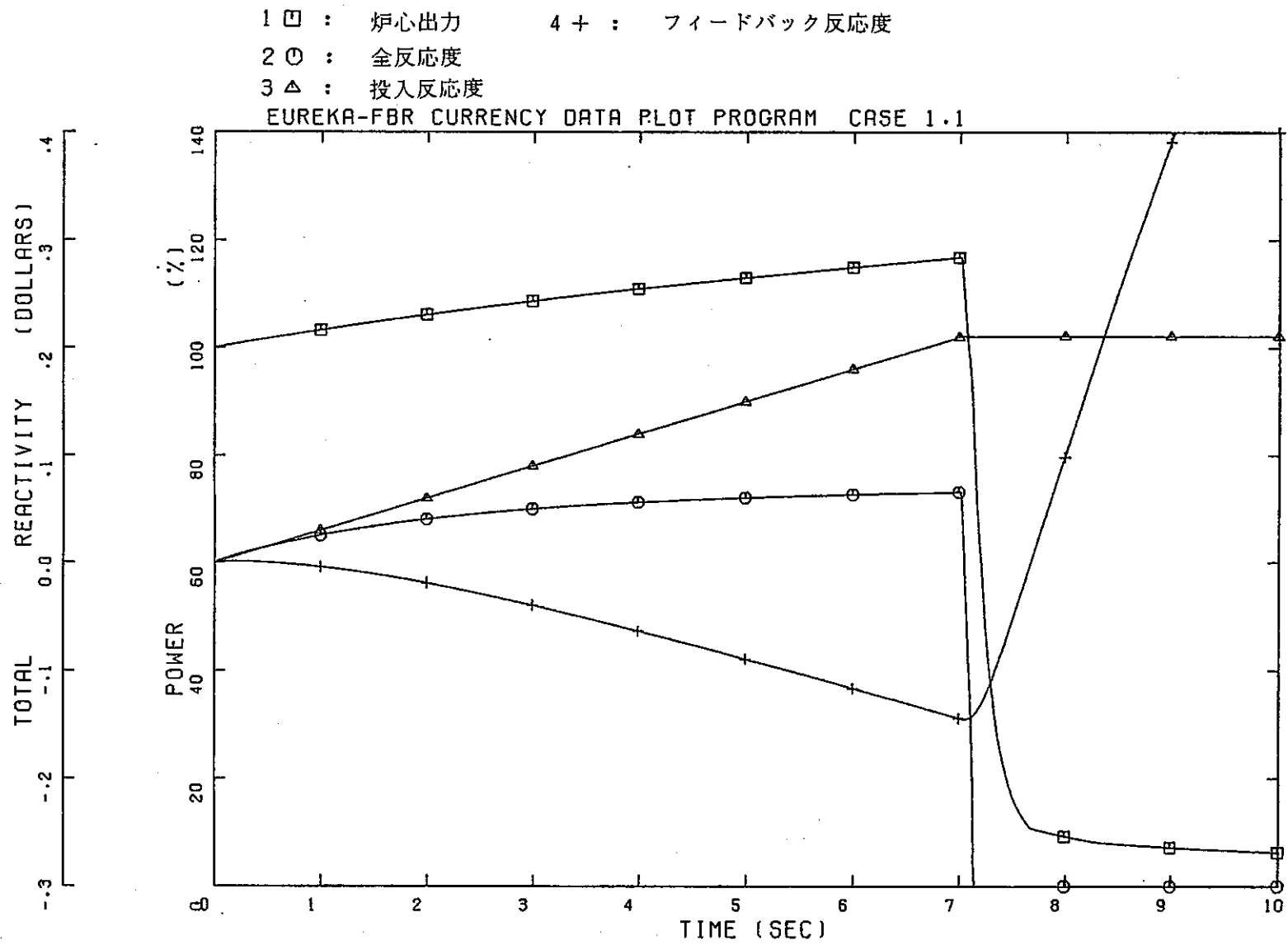


図6.23 時系列データ (出力・反応度)

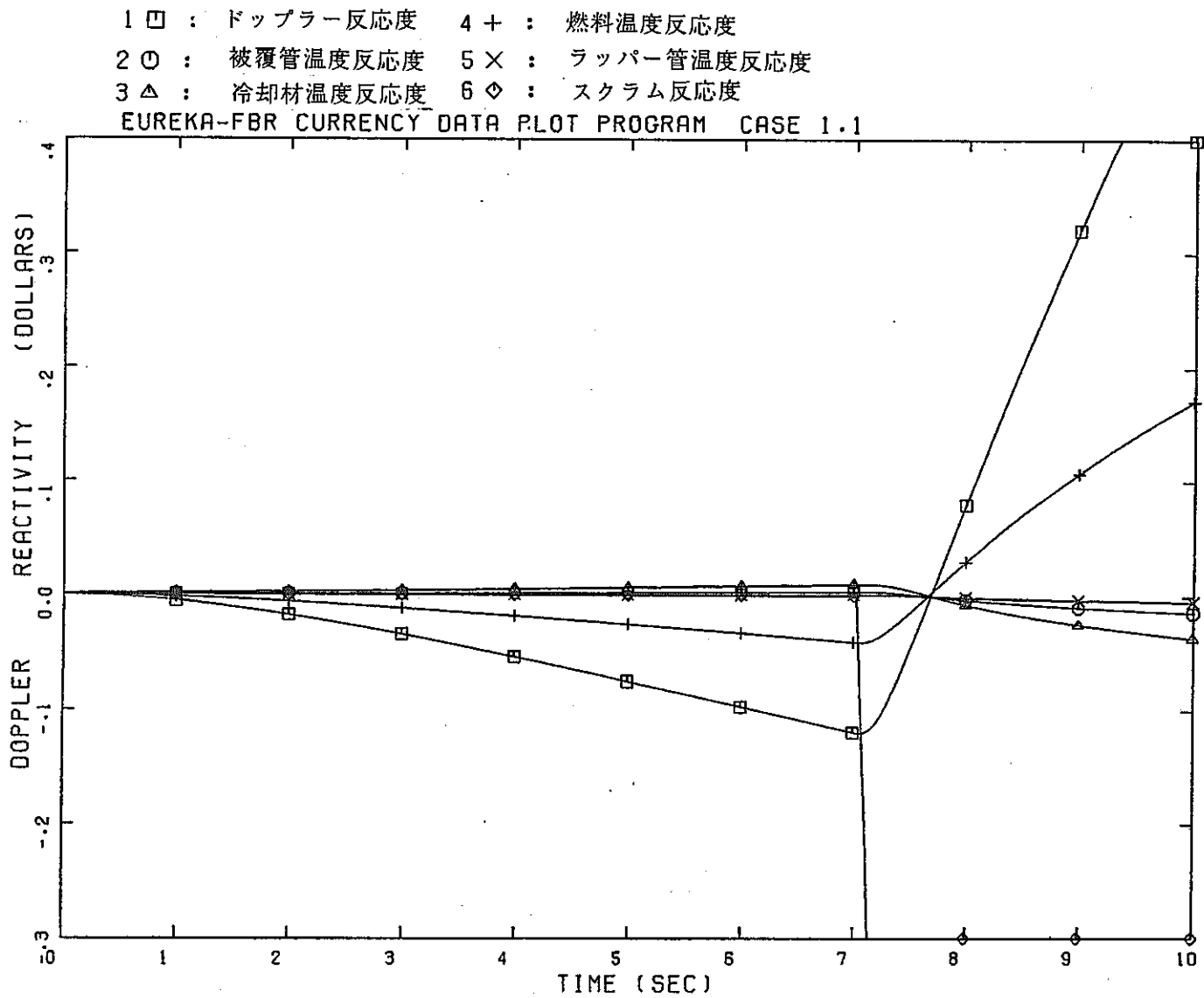


図6.24 時系列データ (フィードバック反応度)

- 1 □ : チャンネル1の燃料最高温度
- 2 ○ : チャンネル2の燃料最高温度
- 3 △ : チャンネル3の燃料最高温度
- 4 + : チャンネル4の燃料最高温度
- 5 × : チャンネル1の燃料平均温度
- 6 ◇ : チャンネル2の燃料平均温度
- 7 ↑ : チャンネル3の燃料平均温度
- 8 × : チャンネル4の燃料平均温度

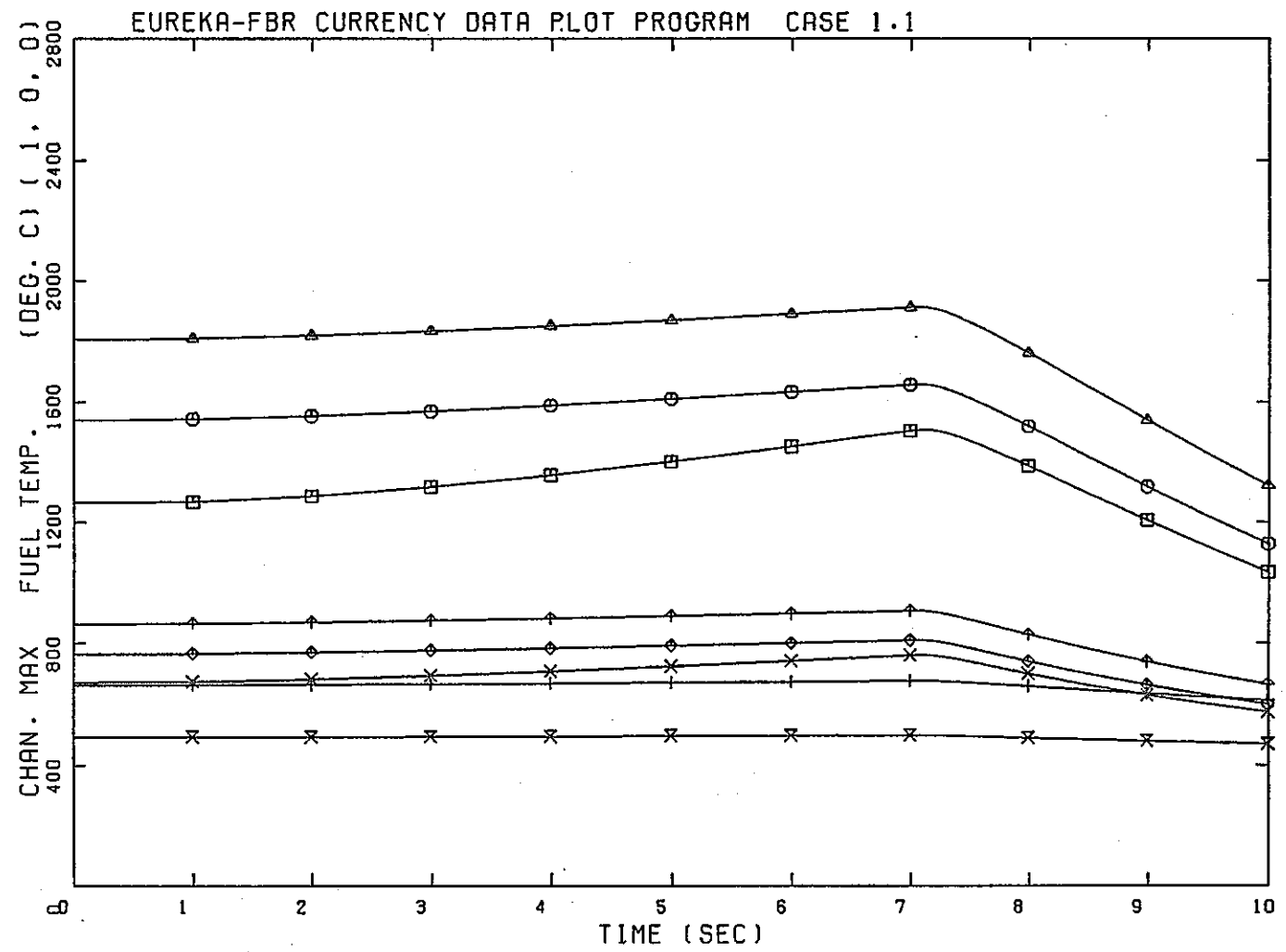


図6.25 時系列データ (燃料最高・平均温度)

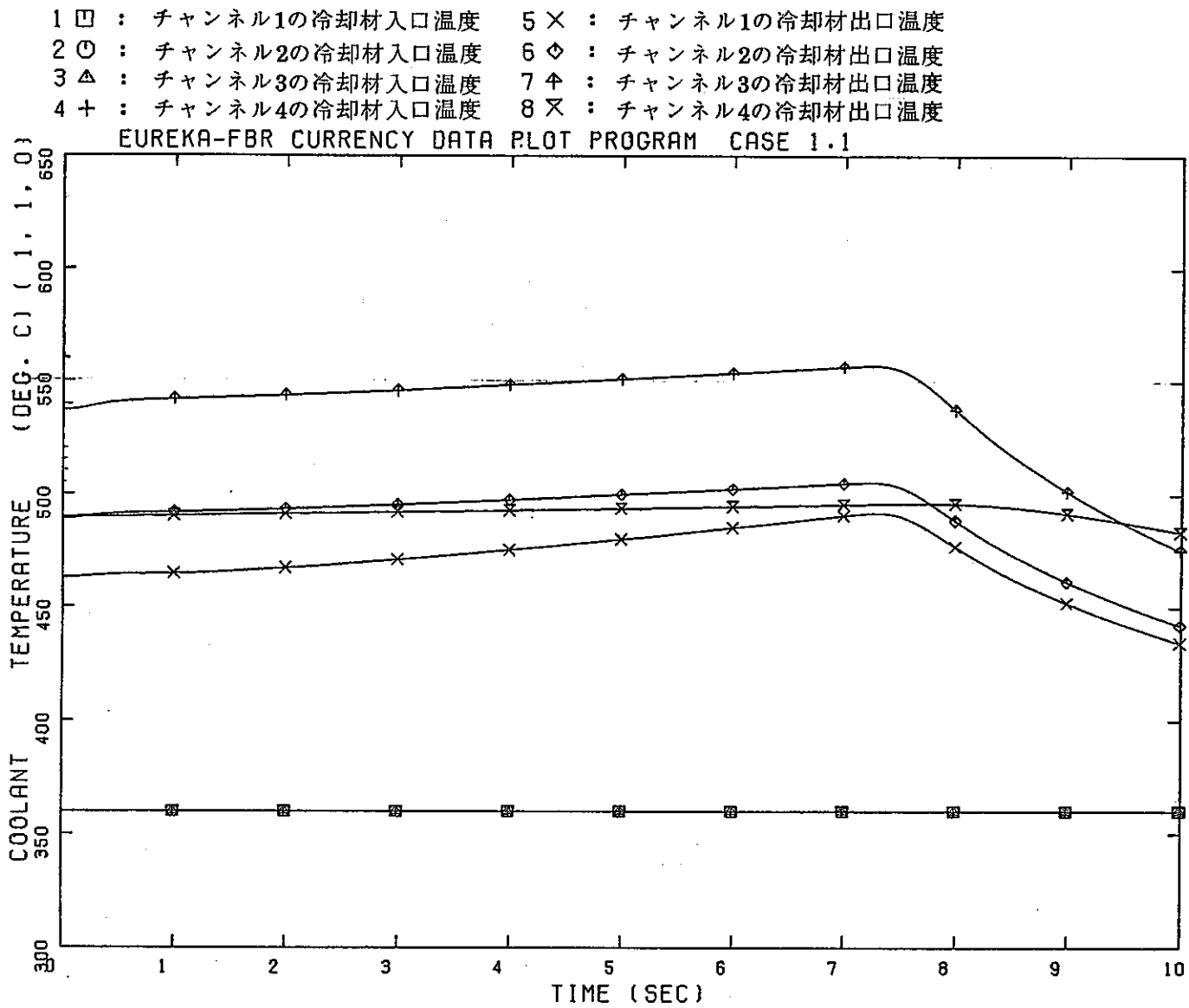


図6.26 時系列データ (冷却材出入口温度)

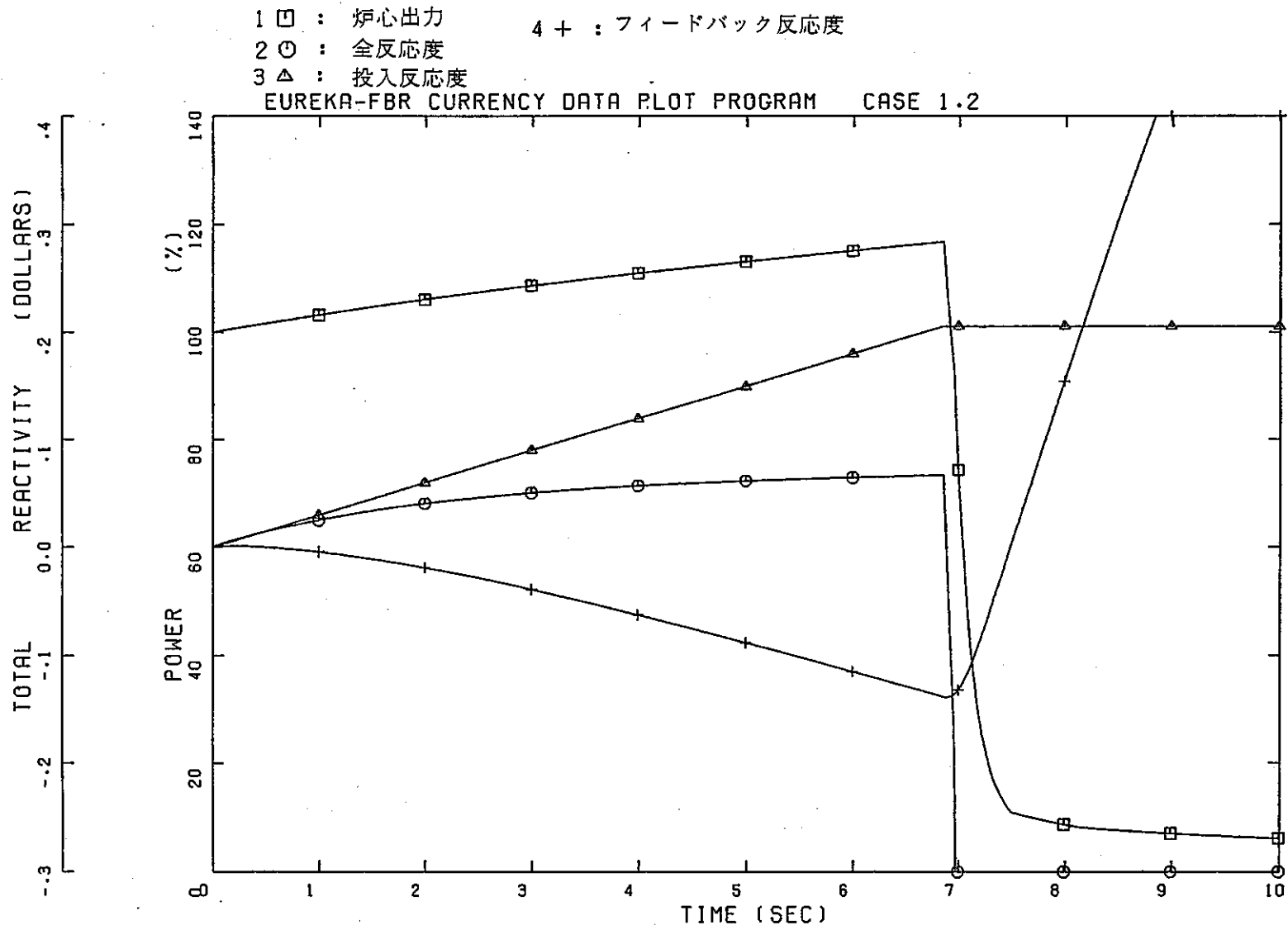


図6.27 時系列データ (出力・反応度)

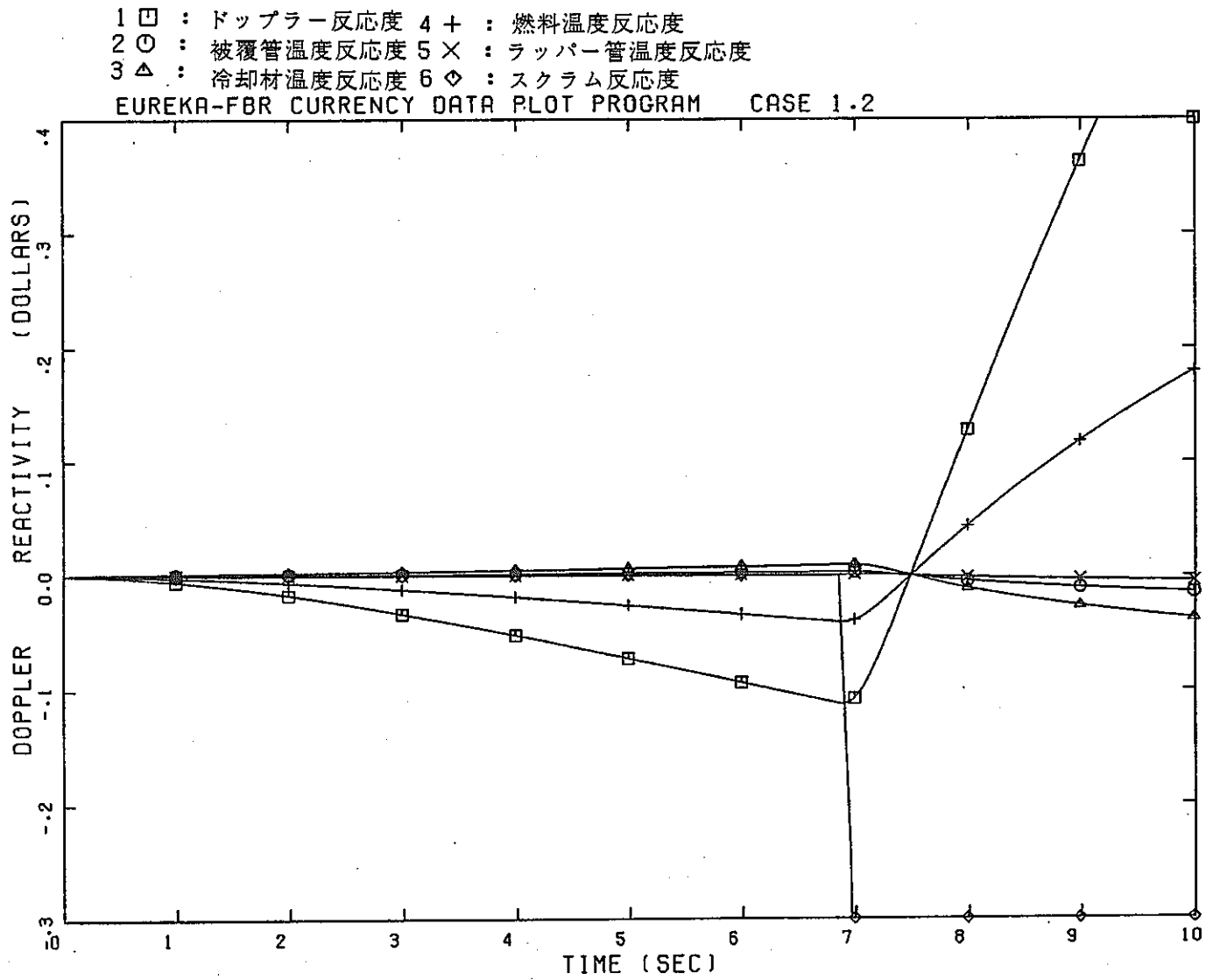


図6.28 時系列データ (フィードバック反応度)

- 1 □ : チャンネル1の燃料最高温度 5 × : チャンネル5の燃料最高温度 9 Z : チャンネル4の燃料平均温度
 2 ○ : チャンネル2の燃料最高温度 6 ◇ : チャンネル1の燃料平均温度 10 Y : チャンネル5の燃料平均温度
 3 △ : チャンネル3の燃料最高温度 7 4 : チャンネル2の燃料平均温度
 4 + : チャンネル4の燃料最高温度 8 × : チャンネル3の燃料平均温度

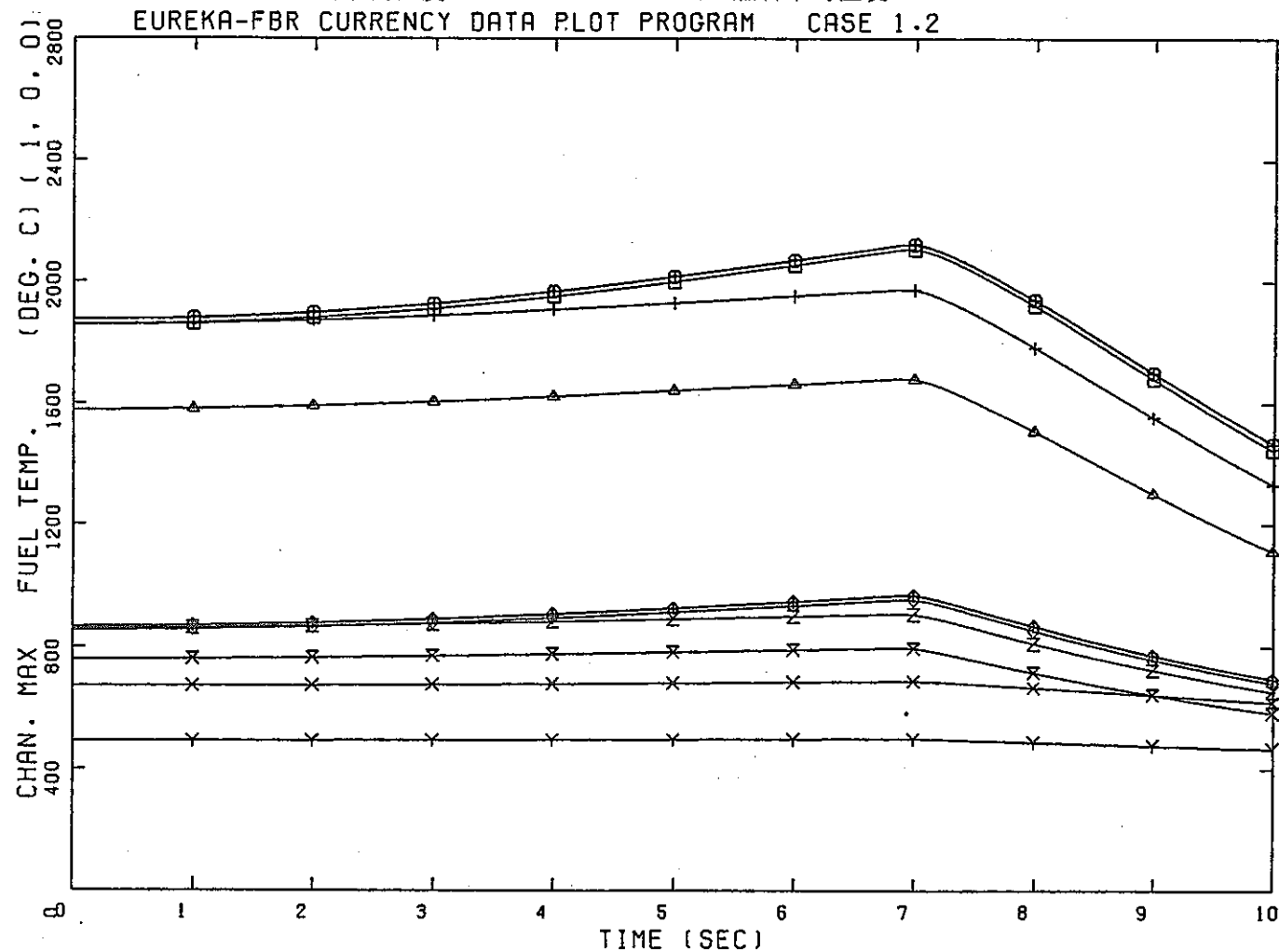


図6.29 時系列データ (燃料最高・平均温度)

- 1 □ : チャンネル1の冷却材入口温度 5 × : チャンネル5の冷却材入口温度 9 Z : チャンネル4の冷却材出口温度
 2 ○ : チャンネル2の冷却材入口温度 6 ◇ : チャンネル1の冷却材出口温度 10 Y : チャンネル5の冷却材出口温度
 3 △ : チャンネル3の冷却材入口温度 7 ♣ : チャンネル2の冷却材入口温度
 4 + : チャンネル4の冷却材入口温度 8 × : チャンネル3の冷却材出口温度

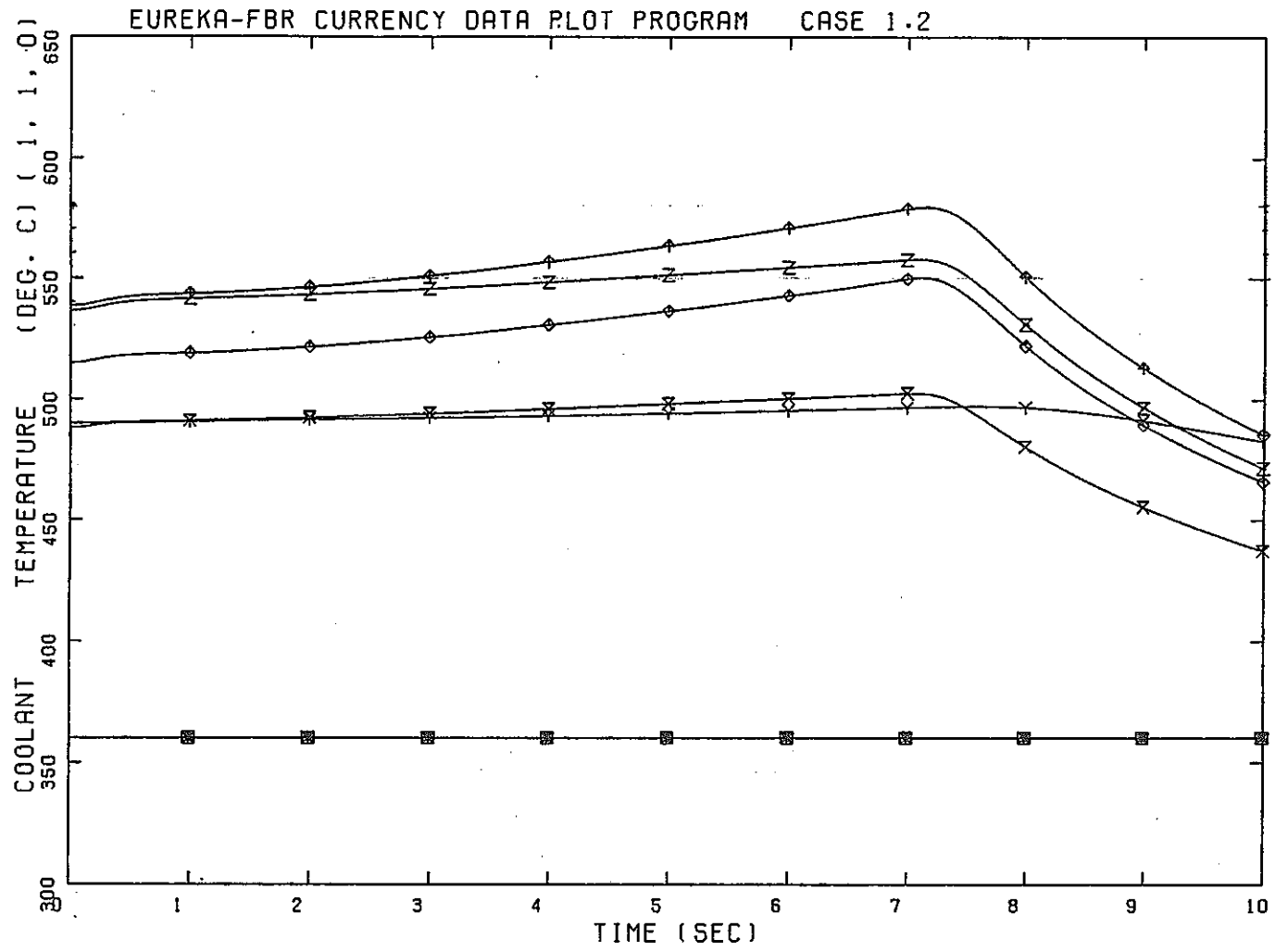


図6.30 時系列データ (冷却材出入口温度)

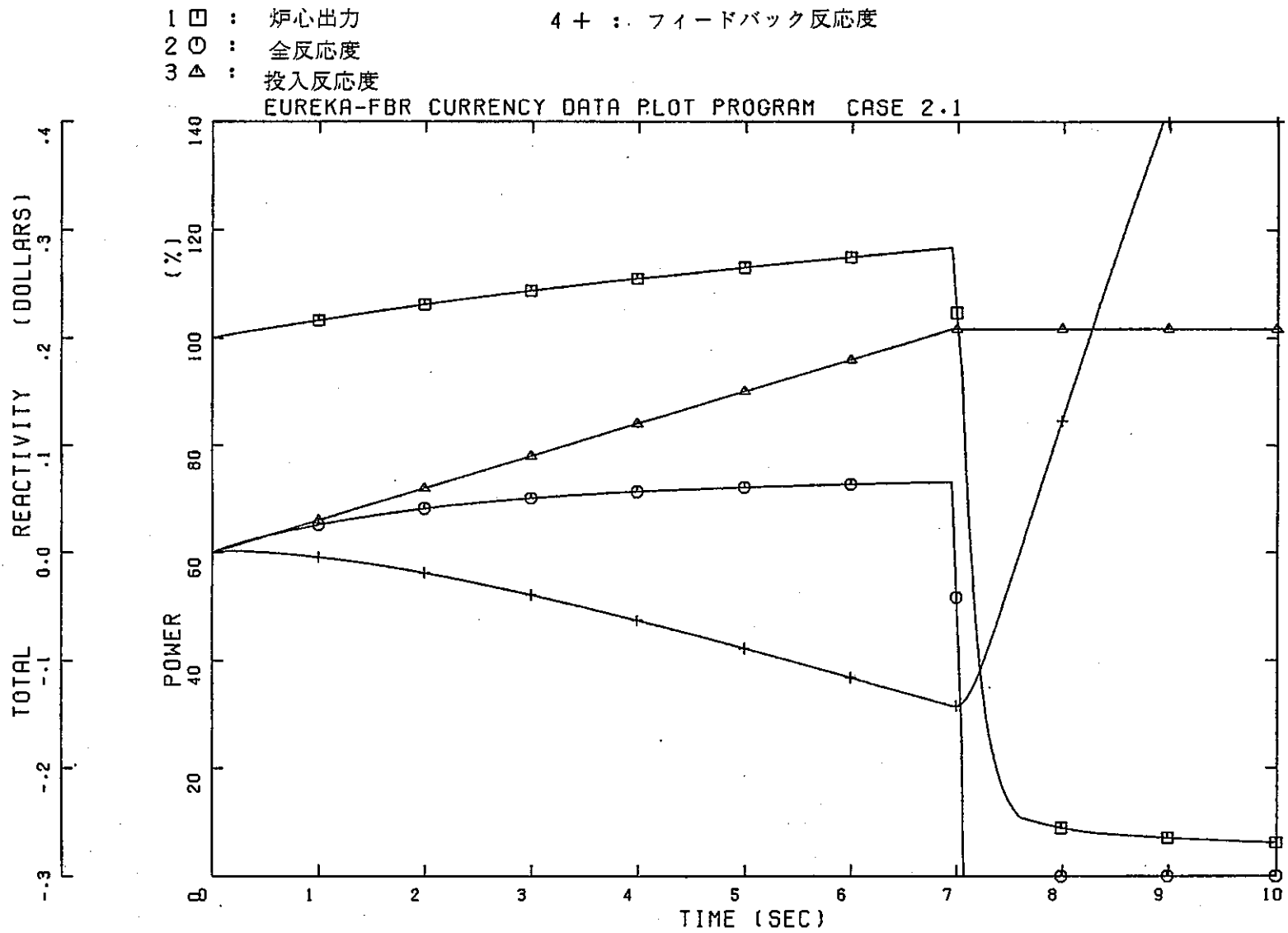


図6.31 時系列データ (出力・反応度)

- 1 □ : ドップラー反応度 4 + : 燃料温度反応度
- 2 ○ : 被覆管温度反応度 5 × : ラッパー管温度反応度
- 3 △ : 冷却材温度反応度 6 ◇ : スクラム反応度

EUREKA-FBR CURRENCY DATA PLOT PROGRAM CASE 2.1

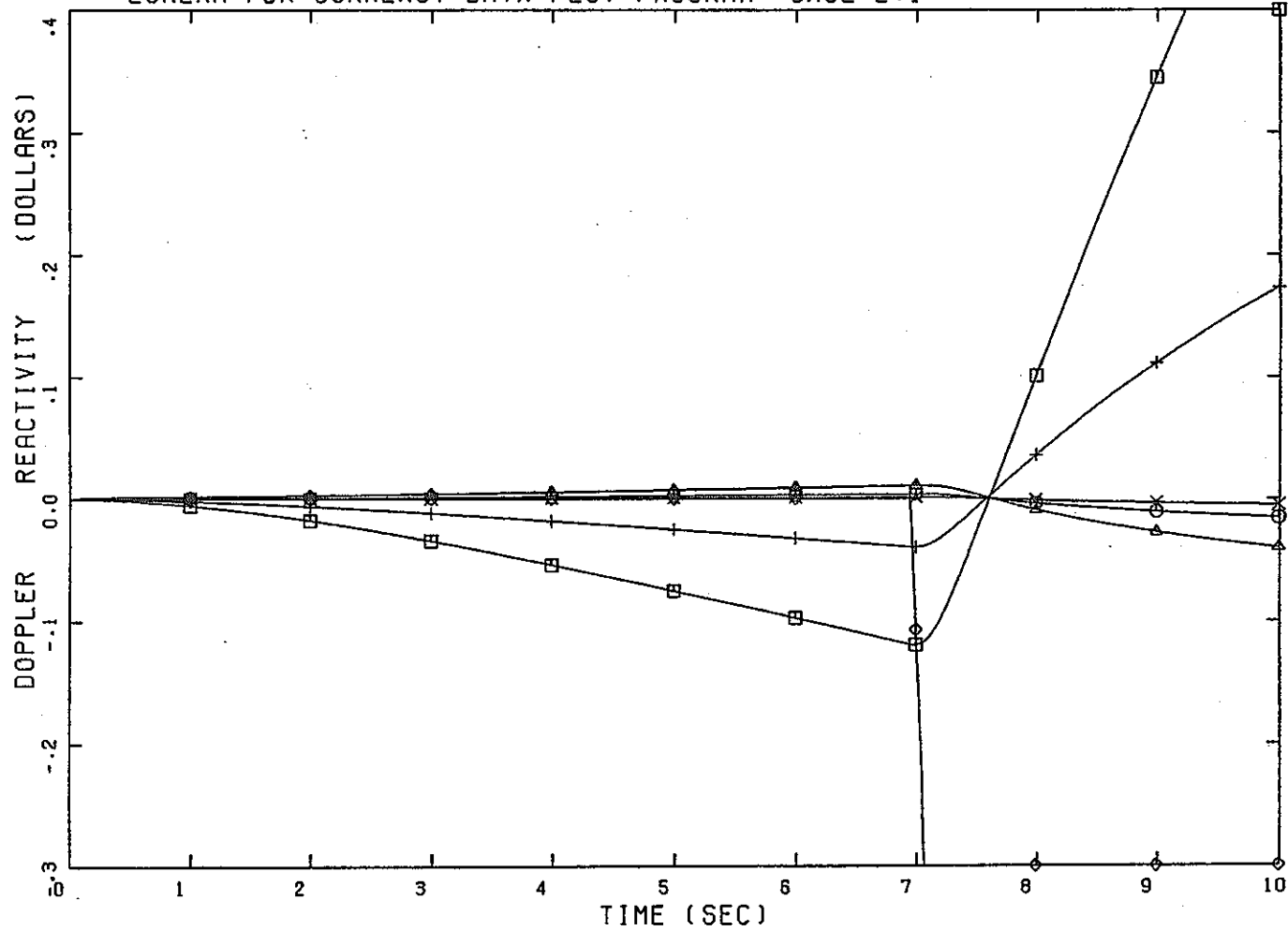


図6.32 時系列データ (フィードバック反応度)

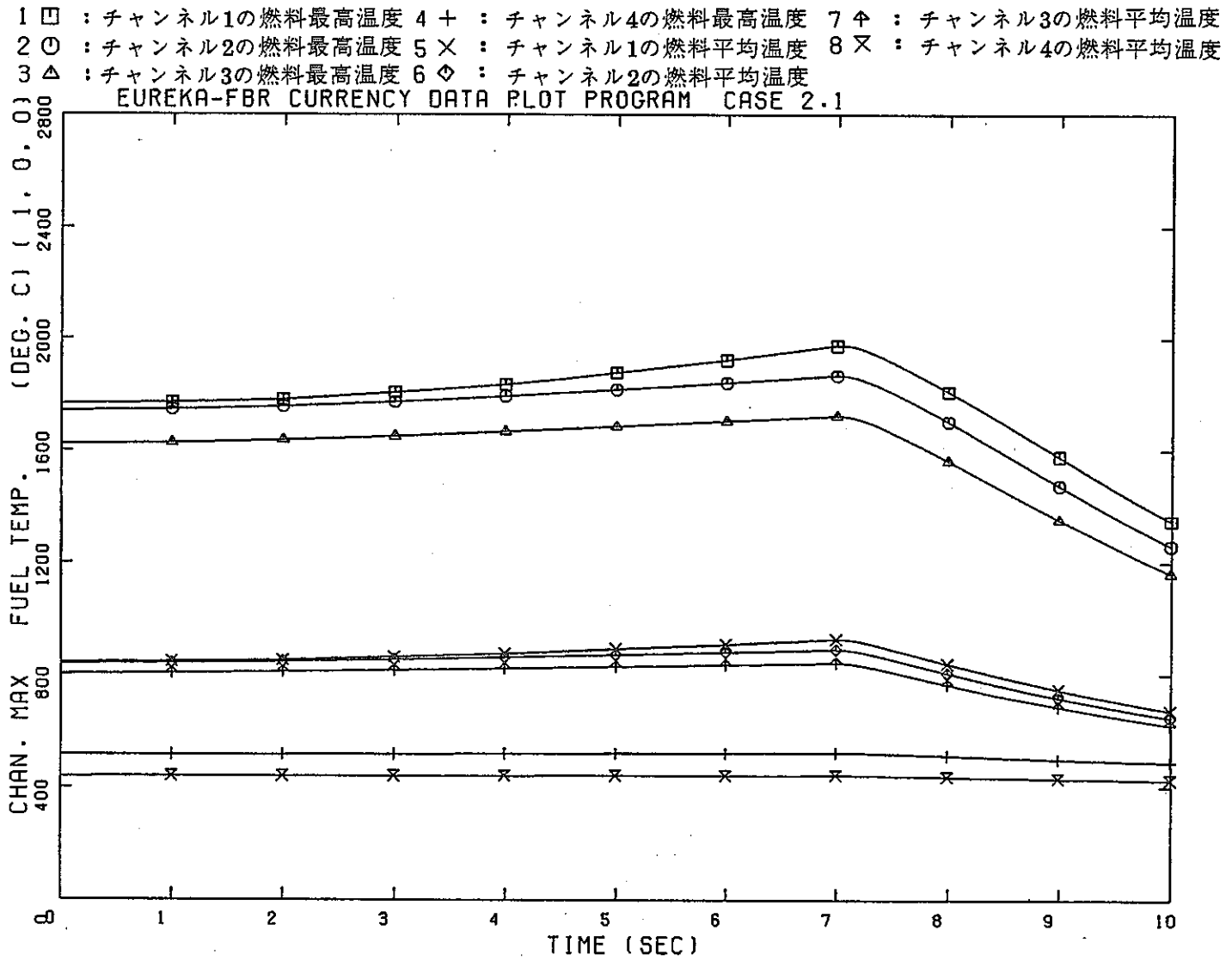


図6.33 時系列データ (燃料最高・平均温度)

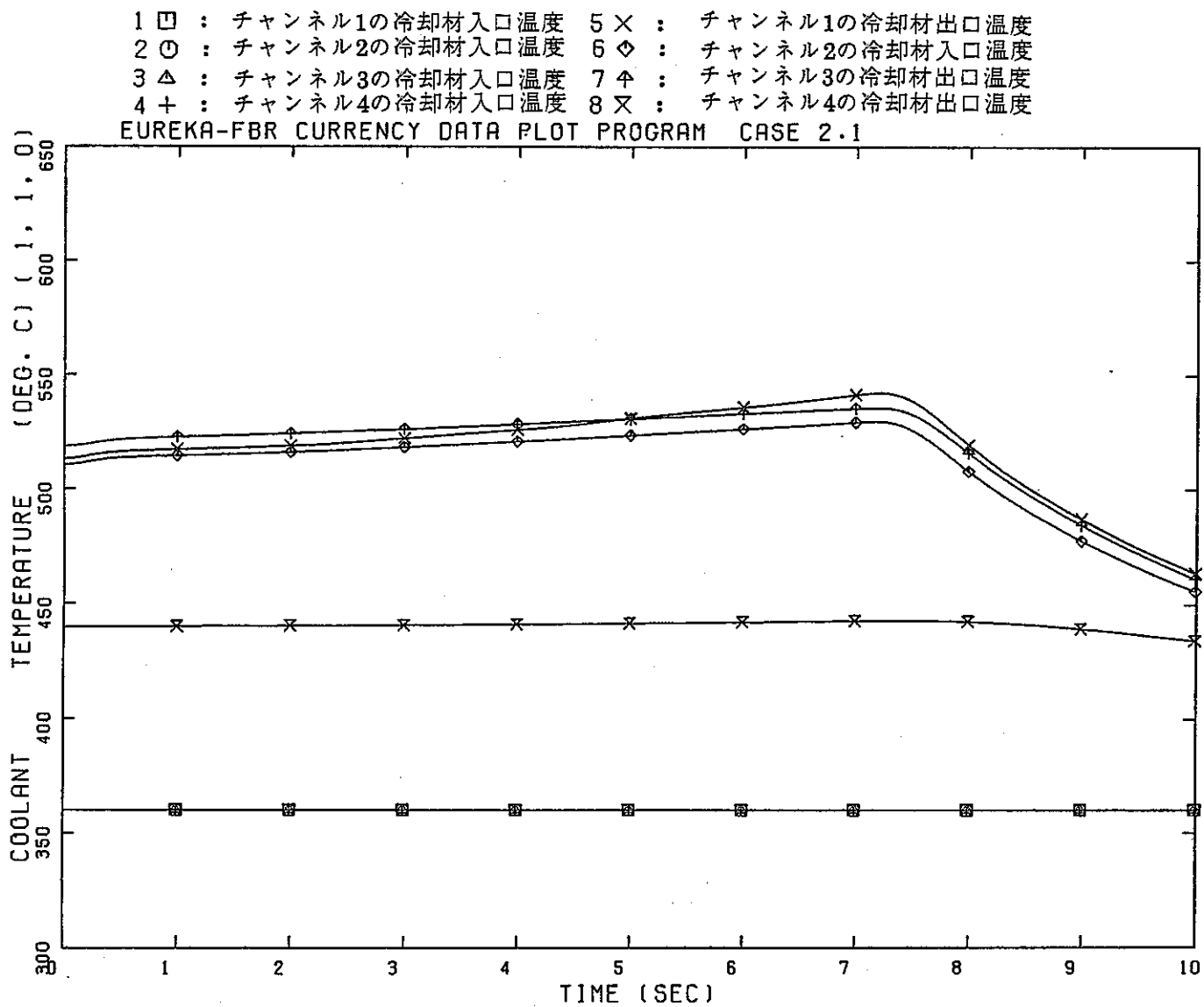


図6.34 時系列データ (冷却材出入口温度)

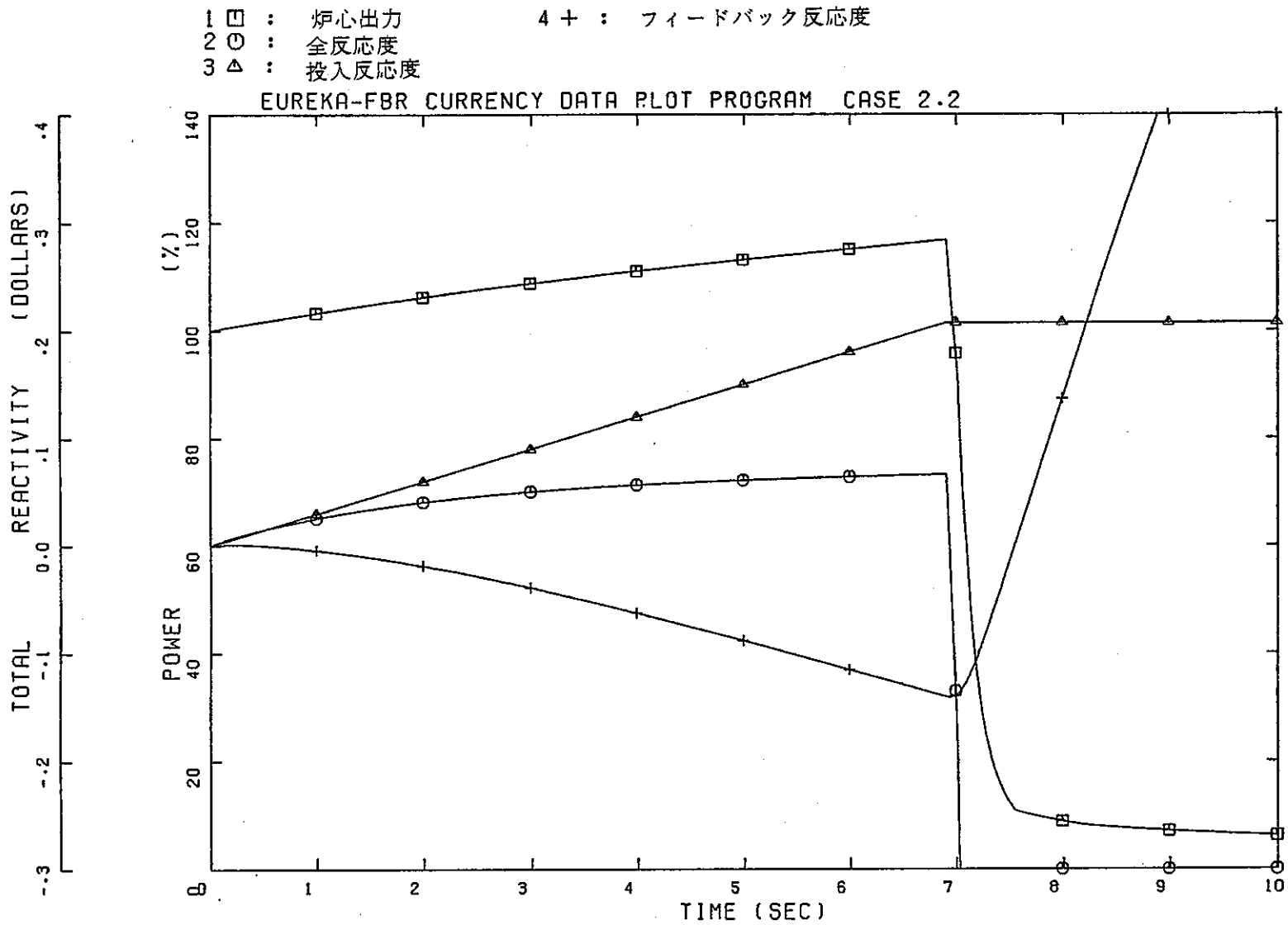


図6.35 時系列データ (出力・反応度)

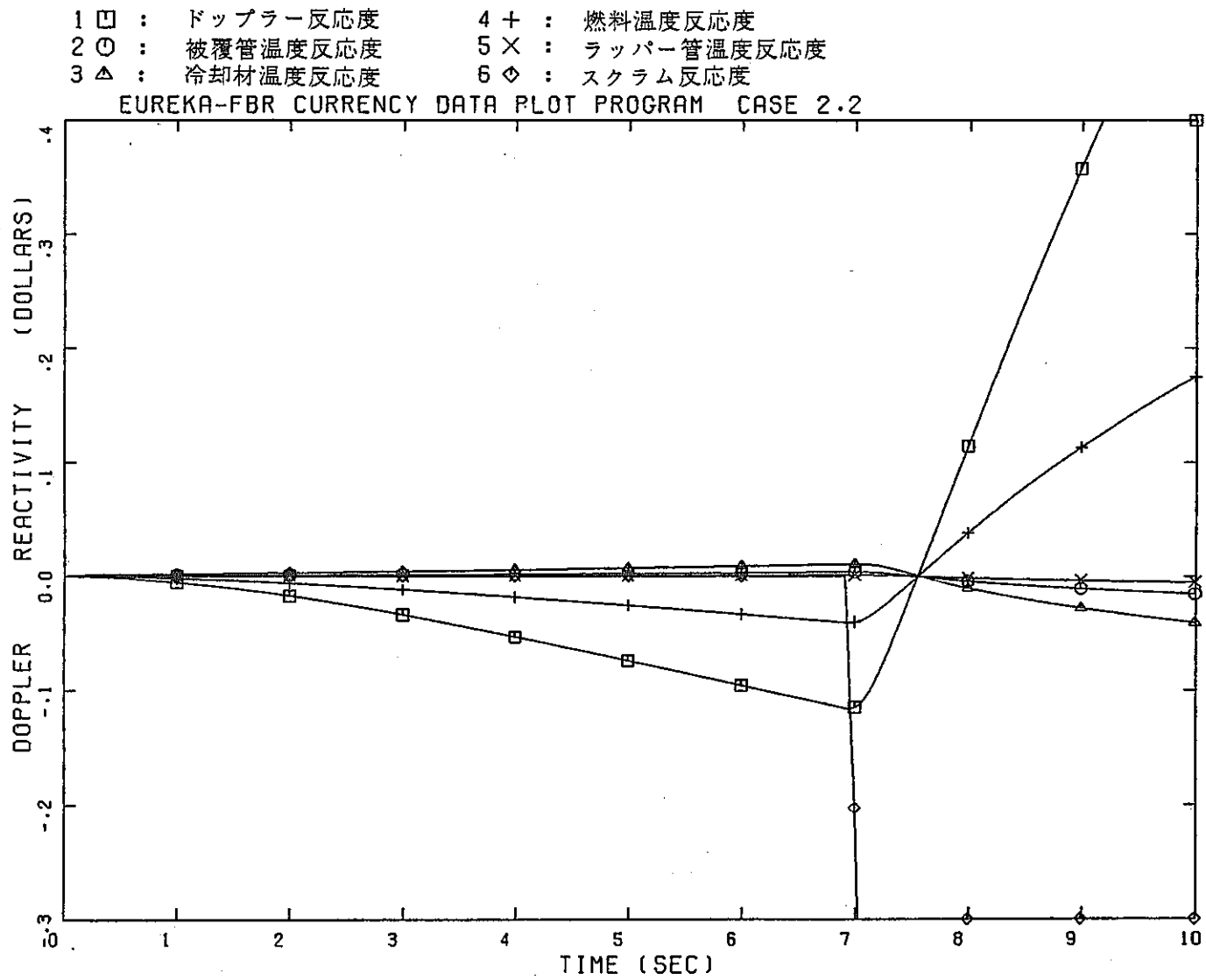


図6.36 時系列データ (フィードバック反応度)

- 1 □ : チャンネル1の燃料最高温度
- 2 ○ : チャンネル2の燃料最高温度
- 3 △ : チャンネル3の燃料最高温度
- 4 + : チャンネル4の燃料最高温度
- 5 × : チャンネル5の燃料最高温度
- 6 ◇ : チャンネル1の燃料平均温度
- 7 ↑ : チャンネル2の燃料平均温度
- 8 × : チャンネル3の燃料平均温度
- 9 Z : チャンネル4の燃料平均温度
- 10 Y : チャンネル5の燃料平均温度

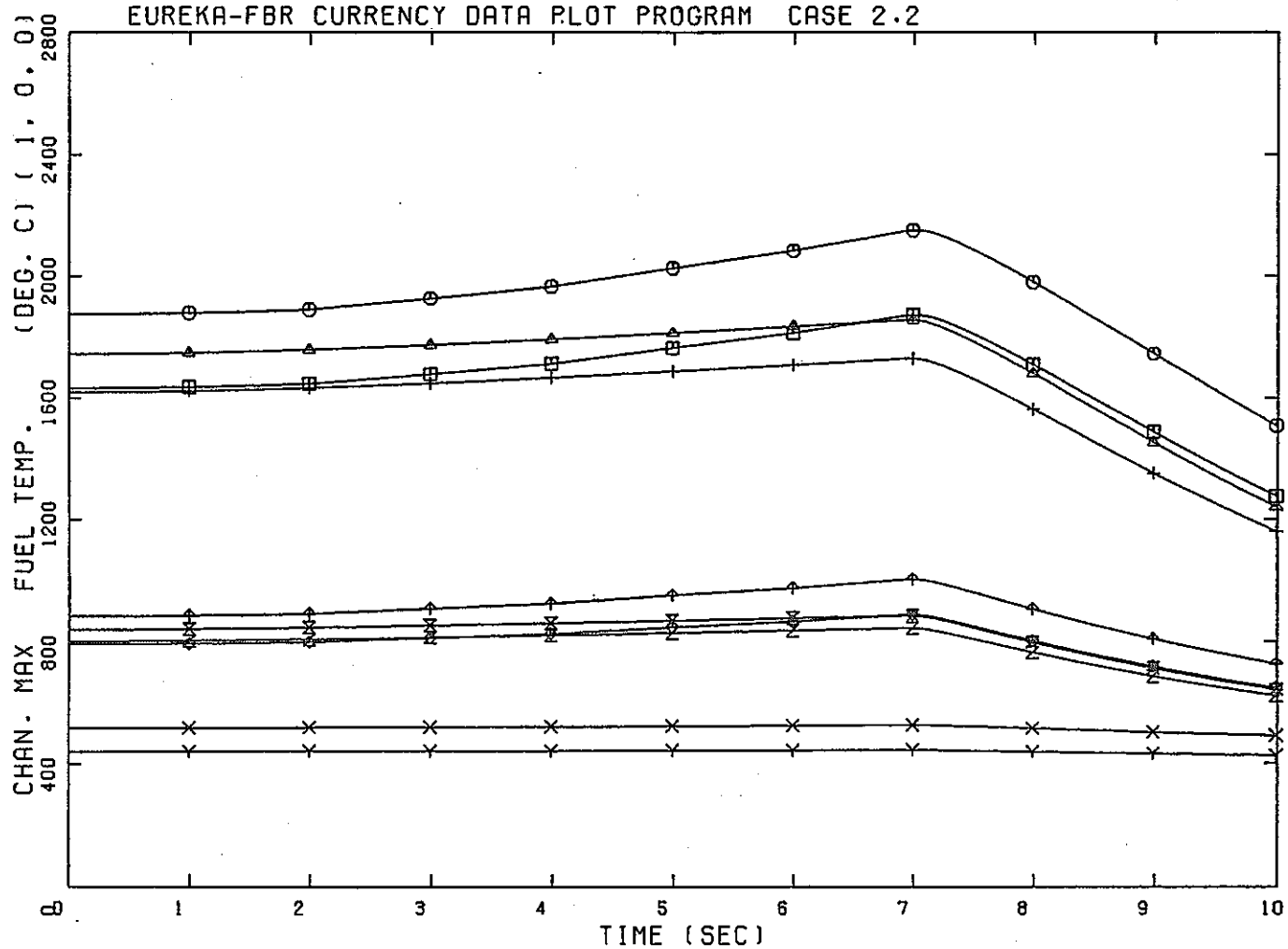


図6.37 時系列データ (燃料最高・平均温度)

1 □ : チャンネル1の冷却材入口温度 5 × : チャンネル5の冷却材入口温度 9 Z : チャンネル4の冷却材出口温度
2 ⊙ : チャンネル2の冷却材入口温度 6 ◇ : チャンネル1の冷却材出口温度 10 Y : チャンネル5の冷却材出口温度
3 △ : チャンネル3の冷却材入口温度 7 卐 : チャンネル2の冷却材入口温度
4 + : チャンネル4の冷却材入口温度 8 又 : チャンネル3の冷却材出口温度

EUREKA-FBR CURRENCY DATA PLOT PROGRAM CASE 2.2

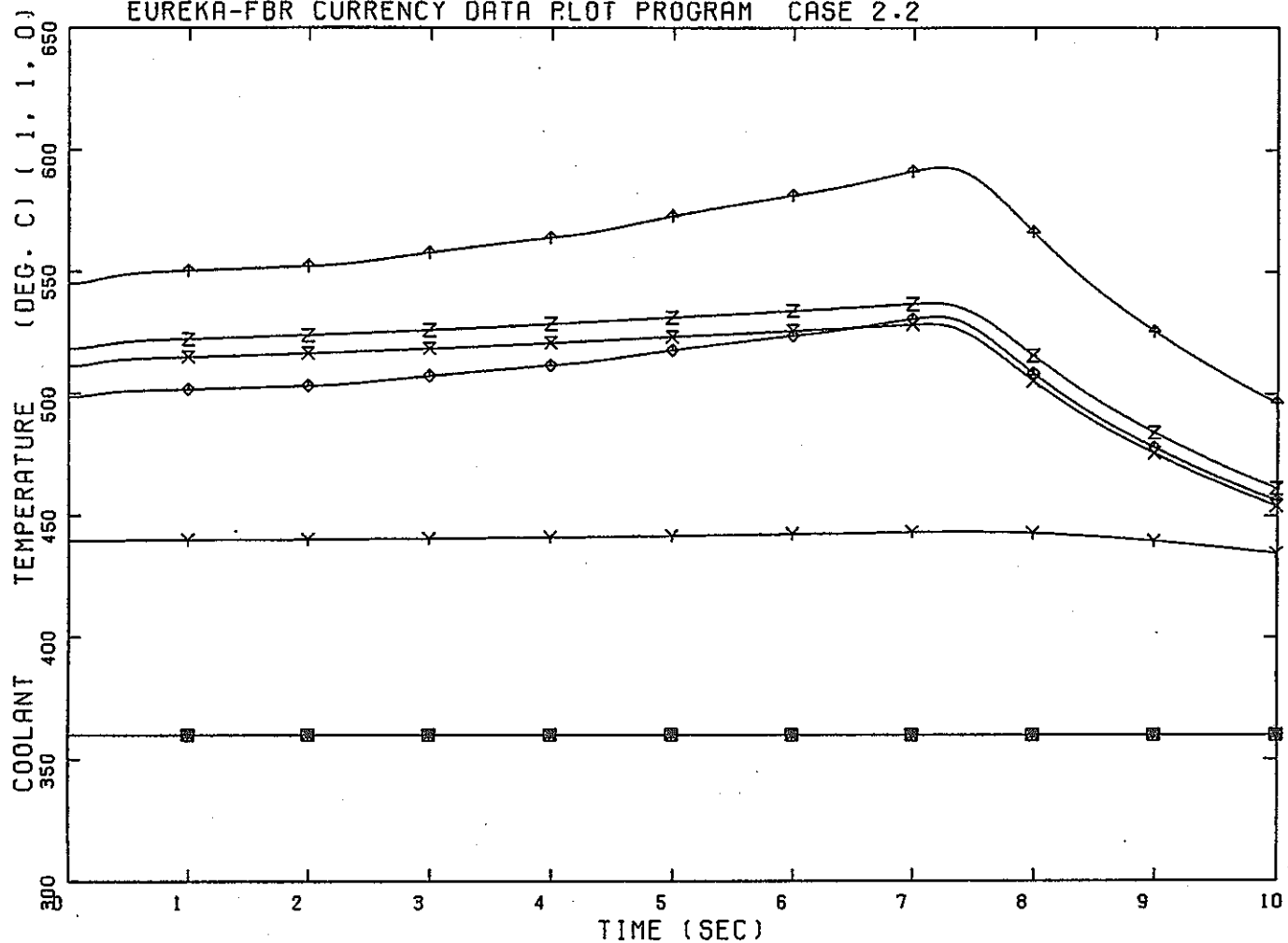


図6.38 時系列データ (冷却材出入口温度)

文献

- (1) 1969年6月『軽水動力炉の動特性コードEUREKA』
石川ら、JAERI-memo 3592

- (2) 1977年8月『準静的多次元空間依存炉心動特性解析コード
EUREKA-SPACE』稲辺ら、JAERI-M 7183

謝 辞

本コードマニュアルの作成にあたっては、センチュリリサーチセンタ(株) 大倉真也氏ならびに斎藤邦義に多大な御協力頂きました。ここに、厚く感謝の意を表します。また、本マニュアルの主要部分を査読し、有益なコメントを下された、プラント工学室の金城勝哉主任研究員と若林利男主任研究員に対して、深く感謝の意を表します。

A-1 サンプル JCL

```
//PA300XXX JOB (),EUREKA,MSGCLASS=X,NOTIFY=PA300,MSGLEVEL=(1,1),
//          CLASS=B          * ATTR=(TO,C4,W4)
***
*** EUREKA-FBR SAMPLE JCL
***
//GD EXEC PGM=EUREKA
//STEPLIB DD DSN=PA300.EUREKA.LOAD,DISP=SHR
//FT05F001 DD DSN=PA300.EUREKA.TEST(XXX),DISP=SHR
//FT06F001 DD DUMMY          --- CHECK PRINT ---
//FT67F001 DD DUMMY          --- CHECK PRINT ---
//FT66F001 DD SYSOUT=*,     --- OUTPUT ---
//          DCB=(RECFM=FBA,LRECL=133,BLKSIZE=133)
***T32F001 DD DSN=CITATION1.FT32,DISP=SHR --- CITAION POWER ---
***          DD DSN=CITATION2.FT32,DISP=SHR
***          DD DSN=CITATION3.FT32,DISP=SHR
```

A - 2

```

CASE 1.1 MESH CHANGE
INITIAL 2600.0 1.358E4 360.0 0.0
REACTIVI 10.0 1.1067E-3
TGEOM 14 16 4 0
TREGION (1) 4 4 4 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 4 4 4
TREGION (2) 4 4 4 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 4 4 4
TREGION (3) 4 4 4 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 4 4 4
TREGION (4) 5 5 5 6 6 6 6 6 6 6 6 6 6 6 5 5 5
CGEOM (1) 0.5288 0.366 0.375 0.04
CGEOM (2) 0.5288 0.366 0.375 0.04
CGEOM (3) 0.5288 0.366 0.375 0.04
CGEOM (4) 0.5288 0.366 0.375 0.04
CGEOM (5) 0.772455 0.6175 0.6300 0.04
CGEOM (6) 0.772455 0.6175 0.6300 0.04
CREGION 0 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 6 7
NODELENG 0 15. 25. 35. 45. 55. 65. 75. 85. 95. 105. 4
115. 125. 135. 145. 160.
FEEDBACK (1) 5.09E-3 0.8243E-6 -0.958E-6 -3.248E-6 -0.3751E-6
FEEDBACK (2) 5.09E-3 0.8243E-6 -0.958E-6 -3.248E-6 -0.3751E-6
FEEDBACK (3) 3.41E-3 1.4400E-6 -0.495E-6 -1.561E-6 -0.2100E-6
FEEDBACK (4) 5.54E-4 -0.0233E-6 .026E-6 .094E-6 .0090E-6
FEEDBACK (5) 3.13E-4 0.0025E-6 .048E-6 .175E-6 .0170E-6
FEEDBACK (6) 4.26E-4 0.0110E-6 .057E-6 .143E-6 .0180E-6
FUELTYPE (1) 0.14 1.98 0.92 271
FUELTYPE (2) 0.14 1.98 0.92 271
FUELTYPE (3) 0.18 1.98 0.92 271
FUELTYPE (4) 0.0 2.00 0.945 271
FUELTYPE (5) 0.0 2.00 0.945 127
FUELTYPE (6) 0.0 2.00 0.945 127
DENSITY (1) 0.48 10.96 -2.5 2.0
DENSITY (2) 0.48 10.96 -2.5 2.0
DENSITY (3) 0.48 10.96 -2.5 2.0
DENSITY (4) 0.0 10.96 0.0 0.0
DENSITY (5) 0.0 10.96 0.0 0.0
DENSITY (6) 0.0 10.96 0.0 0.0
CAPACITY (1) 12.54 0.017 -1.17E-5 3.07E-9 1.0
CAPACITY (2) 12.54 0.017 -1.17E-5 3.07E-9 1.0
CAPACITY (3) 12.54 0.017 -1.17E-5 3.07E-9 1.0
CAPACITY (4) 16.31 9.35E-3 -7.947E-6 3.063E-9 0.0
CAPACITY (5) 16.31 9.35E-3 -7.947E-6 3.063E-9 0.0
CAPACITY (6) 16.31 9.35E-3 -7.947E-6 3.063E-9 0.0
CONDUCT (1) 2.79274E-3 0.2389 0.06717 0.02226 0.0 1.7234E-13 0.0
CONDUCT (2) 2.79274E-3 0.2389 0.06717 0.02226 0.0 1.7234E-13 0.0
CONDUCT (3) 2.79274E-3 0.2389 0.06717 0.02226 0.0 1.7234E-13 0.0
CONDUCT (4) 0.0 9.1355 1.0 0.0 129.4 1.4644E-13 1.0
CONDUCT (5) 0.0 9.1355 1.0 0.0 129.4 1.4644E-13 1.0
CONDUCT (6) 0.0 9.1355 1.0 0.0 129.4 1.4644E-13 1.0
KINETICS (0) 0.3967E-6
KINETICS (1) 7.394E-5 8.013E-4 6.532E-4 1.343E-3 6.377E-4 1.794E-4
KINETICS (2) 1.297E-2 3.119E-2 1.339E-1 3.480E-1 1.420 3.824
FLOW 0.0 1.358E4 100.0 1.358E4
FLOWRATI .0175 0.4935 0.4566 0.0324
CONVERGE 1.0E-2 1.0E-2
CHCORRES (1,15) 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4
CHCORRES (2,13) 4 4 3 3 3 3 3 3 3 3 4 4
CHCORRES (3,11) 4 4 3 3 3 3 3 3 3 3 3 4 4
CHCORRES (4,10) 4 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 4
CHCORRES (5,9) 4 3 3 3 3 3 0 2 2 2 0 3 3 3 3 4
CHCORRES (6,8) 4 3 3 3 3 2 2 2 2 2 2 2 2 3 3 3 4
CHCORRES (7,7) 4 3 3 3 0 2 2 2 2 2 2 2 2 0 3 3 3 4
CHCORRES (8,6) 4 3 3 3 2 2 2 0 2 2 2 2 0 2 2 3 3 3 4
CHCORRES (9,5) 4 3 3 3 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 3 3 3 4
CHCORRES (10,4) 4 3 3 3 2 2 2 2 2 0 2 2 0 2 2 2 2 2 3 3 3 4
CHCORRES (11,3) 4 3 3 3 0 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 0 3 3 3 4
CHCORRES (12,3) 4 3 3 3 2 2 2 2 2 2 2 2 2 1 1 2 2 2 3 3 3 4
CHCORRES (13,2) 4 3 3 3 2 2 0 2 0 2 2 2 2 1 0 1 0 2 2 3 3 3 4
CHCORRES (14,2) 4 3 3 3 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 1 1 2 2 2 3 3 3 4
CHCORRES (15,1) 4 3 3 3 0 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 0 3 3 3 4
CHCORRES (16,1) 4 3 3 3 2 2 2 2 0 2 2 0 2 2 2 2 2 2 2 3 3 3 4
CHCORRES (17,1) 4 3 3 3 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 3 3 3 4
CHCORRES (18,1) 4 3 3 3 2 2 2 0 2 2 2 2 0 2 2 2 2 3 3 3 4
CHCORRES (19,1) 4 3 3 3 0 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 0 3 3 3 4
CHCORRES (20,1) 4 3 3 3 3 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 3 3 3 3 4
CHCORRES (21,1) 4 3 3 3 3 3 0 2 2 2 0 3 3 3 3 3 3 4
CHCORRES (22,1) 4 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 4
CHCORRES (23,1) 4 4 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 4 4
CHCORRES (24,1) 4 4 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 4 4
CHCORRES (25,1) 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4
AXCORRES (1) 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16
TIME (1) 6.0 0.005 0.010
TIME (2) 10.0 0.005 0.010
TIME (0) 1.0 2.0 3.0 4.0 5.0 6.0 7.0 8.5 10.0
TIME (-1) 0.0 1.25 5.80 12.47

```

```

POWER (0) -1.0
POWER (1,1) 1.7647E-05 6.4706E-05 9.4118E-05 6.2353E-04 8.8235E-04 ¥
1.1059E-03 1.2941E-03 1.4235E-03 1.4824E-03 1.4588E-03 ¥
1.3412E-03 1.1294E-03 8.4706E-04 1.2941E-04 8.4706E-05 2.1176E-05
POWER (1,2) 6.2353E-04 2.2863E-03 3.3255E-03 2.2031E-02 3.1176E-02 ¥
3.9075E-02 4.5725E-02 5.0298E-02 5.2376E-02 5.1545E-02 ¥
4.7388E-02 3.9906E-02 2.9929E-02 4.5725E-03 2.9929E-03 7.4824E-04
POWER (1,3) 7.8824E-04 2.8902E-03 4.2039E-03 2.7851E-02 3.9412E-02 ¥
4.9396E-02 5.7804E-02 6.3584E-02 6.6212E-02 6.5161E-02 ¥
5.9906E-02 5.0447E-02 3.7835E-02 5.7804E-03 3.7835E-03 9.4588E-04
POWER (1,4) 4.1176E-05 1.5098E-04 2.1961E-04 1.4549E-03 2.0588E-03 ¥
2.5804E-03 3.0196E-03 3.3216E-03 3.4588E-03 3.4039E-03 ¥
3.1294E-03 1.9765E-03 3.0196E-04 1.9765E-04 4.9412E-05
POWER (2,1) 1.9118E-05 7.0098E-05 1.0196E-04 6.7549E-04 9.5588E-04 ¥
1.1980E-03 1.4020E-03 1.5422E-03 1.6059E-03 1.5804E-03 ¥
1.4529E-03 1.2235E-03 9.1765E-04 1.4020E-04 2.2941E-05
POWER (2,2) 6.2647E-04 2.2971E-03 3.3412E-03 2.2135E-02 3.1324E-02 ¥
3.9259E-02 4.5941E-02 5.0535E-02 5.2624E-02 5.1788E-02 ¥
4.7612E-02 4.0094E-02 3.0071E-02 4.5941E-03 3.0071E-03 7.5176E-04
POWER (2,3) 7.8382E-04 2.8740E-03 4.1804E-03 2.7695E-02 3.9191E-02 ¥
4.9120E-02 5.7480E-02 6.3228E-02 6.5841E-02 6.4796E-02 ¥
5.9571E-02 5.0165E-02 3.7624E-02 5.7480E-03 3.7624E-03 9.4059E-04
POWER (2,4) 4.1176E-05 1.5098E-04 2.1961E-04 1.4549E-03 2.0588E-03 ¥
2.5804E-03 3.0196E-03 3.3216E-03 3.4588E-03 3.4039E-03 ¥
3.1294E-03 2.6353E-03 1.9765E-03 3.0196E-04 1.9765E-04 4.9412E-05
POWER (3,1) 2.2059E-05 8.0882E-05 1.1765E-04 7.7941E-04 1.1029E-03 ¥
1.3824E-03 1.6176E-03 1.7794E-03 1.8529E-03 1.8235E-03 ¥
1.6765E-03 1.4118E-03 1.0588E-03 1.6176E-04 1.0588E-04 2.6471E-05
POWER (3,2) 6.3235E-04 2.3186E-03 3.3725E-03 2.2343E-02 3.1618E-02 ¥
3.9627E-02 4.6373E-02 5.1010E-02 5.3118E-02 5.2275E-02 ¥
4.8059E-02 4.0471E-02 3.0353E-02 4.6373E-03 3.0353E-03 7.5882E-04
POWER (3,3) 7.7647E-04 2.8471E-03 4.1412E-03 2.7435E-02 3.8824E-02 ¥
4.8659E-02 5.6941E-02 6.2635E-02 6.5224E-02 6.4188E-02 ¥
5.9012E-02 4.9694E-02 3.7271E-02 5.6941E-03 3.7271E-03 9.3176E-04
POWER (3,4) 3.9706E-05 1.4559E-04 2.1176E-04 1.4029E-03 1.9853E-03 ¥
2.4882E-03 2.9118E-03 3.2029E-03 3.3353E-03 3.2824E-03 ¥
3.0176E-03 2.5412E-03 1.9059E-03 2.9118E-04 1.9059E-04 4.7647E-05
POWER (4,1) 2.3529E-05 8.6275E-05 1.2549E-04 8.3137E-04 1.1765E-03 ¥
1.4745E-03 1.7255E-03 1.8980E-03 1.9765E-03 1.9451E-03 ¥
1.7882E-03 1.5059E-03 1.1294E-03 1.7255E-04 1.1294E-04 2.8235E-05
POWER (4,2) 6.3529E-04 2.3294E-03 3.3882E-03 2.2447E-02 3.1765E-02 ¥
3.9812E-02 4.6588E-02 5.1247E-02 5.3365E-02 5.2518E-02 ¥
4.8282E-02 4.0659E-02 3.0494E-02 4.6588E-03 3.0494E-03 7.6235E-04
POWER (4,3) 7.7206E-04 2.8309E-03 4.1176E-03 2.7279E-02 3.8603E-02 ¥
4.8382E-02 5.6618E-02 6.2279E-02 6.4853E-02 6.3824E-02 ¥
5.8676E-02 4.9412E-02 3.7059E-02 5.6618E-03 3.7059E-03 9.2647E-04
POWER (4,4) 3.9706E-05 1.4559E-04 2.1176E-04 1.4029E-03 1.9853E-03 ¥
2.4882E-03 2.9118E-03 3.2029E-03 3.3353E-03 3.2824E-03 ¥
3.0176E-03 2.5412E-03 1.9059E-03 2.9118E-04 1.9059E-04 4.7647E-05
VOLUME(1) .0021 .0035 .0028 .0034 .0034 .0034 .0034 .0034 ¥
.0034 .0034 .0034 .0034 .0034 .0028 .0035 .0021
VOLUME(2) .0595 .0991 .0794 .0966 .0966 .0966 .0966 .0966 ¥
.0966 .0966 .0966 .0966 .0794 .0991 .0595
VOLUME(3) .0638 .1056 .0845 0.1 0.1 0.1 0.1 0.1 ¥
0.1 0.1 0.1 0.1 0.1 .0845 .1056 .0638
VOLUME(4) .125 .208 .167 0.1 0.1 0.1 0.1 0.1 ¥
0.1 0.1 0.1 0.1 0.1 .167 .208 .125
SCRAMREA 0.0 0.0 0.1 0.088E-2 0.2 0.351E-2 0.3 0.783E-2 ¥
0.4 1.321E-2 0.5 1.927E-2 0.6474 2.793E-2
1.2948 3.187E-2 100.0 3.187E-2
SCRAMSIG 0.4 1.160 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0
PRINT (1) 1 20 10 0 0
PRINT (2) 1 20 10 0 0
PRINT (-1) 66
PRINT (0) 39 00 00 00 37 00 00 00 30 00 00 00 36 00 00 00 ¥
32 00 00 00 33 00 00 00 34 00 00 00 35 00 00 00 ¥
31 00 00 00 38 00 00 00
19 01 00 00 19 02 00 00 19 03 00 00 19 04 00 00 ¥
16 01 00 00 16 02 00 00 16 03 00 00 16 04 00 00 ¥
02 01 01 00 02 02 01 00 02 03 01 00 02 04 01 00 ¥
02 01 16 00 02 02 16 00 02 03 16 00 02 04 16 00
PLOT (0) 1
ENDDATA

```

A - 3

```

TEST RUN ( CASE 1.2 ) NO.172 AXIAL MESH MODIFIED
INITIAL 2600.0 1.358E4 360.0 0.0
REACTIVI 10.0 1.1067E-3
TGEOM 14 16 5 0
TREGION (1) 4 4 4 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 4 4 4
TREGION (2) 4 4 4 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 4 4 4
TREGION (3) 4 4 4 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 4 4 4
TREGION (4) 4 4 4 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 4 4 4
TREGION (5) 5 5 5 6 6 6 6 6 6 6 6 6 6 5 5 5
CGEOM (1) 0.5288 0.366 0.375 0.04
CGEOM (2) 0.5288 0.366 0.375 0.04
CGEOM (3) 0.5288 0.366 0.375 0.04
CGEOM (4) 0.5288 0.366 0.375 0.04
CGEOM (5) 0.772455 0.6175 0.6300 0.04
CGEOM (6) 0.772455 0.6175 0.6300 0.04
CREGION 0 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 6 7
NODELENG 0 15. 25. 35. 45. 55. 65. 75. 85. 95. 105. #
115. 125. 135. 145. 160.
FEEDBACK (1) 5.09E-3 0.8243E-6 -0.958E-6 -3.248E-6 -0.3751E-6
FEEDBACK (2) 5.09E-3 0.8243E-6 -0.958E-6 -3.248E-6 -0.3751E-6
FEEDBACK (3) 3.41E-3 1.4400E-6 -0.495E-6 -1.561E-6 -0.2100E-6
FEEDBACK (4) 5.54E-4 -0.0233E-6 .026E-6 .094E-6 .0090E-6
FEEDBACK (5) 3.13E-4 0.0025E-6 .048E-6 .175E-6 .0170E-6
FEEDBACK (6) 4.26E-4 0.0110E-6 .057E-6 .143E-6 .0180E-6
FUELTYPE (1) 0.14 1.98 0.92 271
FUELTYPE (2) 0.14 1.98 0.92 271
FUELTYPE (3) 0.18 1.98 0.92 271
FUELTYPE (4) 0.0 2.00 0.945 271
FUELTYPE (5) 0.0 2.00 0.945 127
FUELTYPE (6) 0.0 2.00 0.945 127
DENSITY (1) 0.48 10.96 -2.5 2.0
DENSITY (2) 0.48 10.96 -2.5 2.0
DENSITY (3) 0.48 10.96 -2.5 2.0
DENSITY (4) 0.0 10.96 0.0 0.0
DENSITY (5) 0.0 10.96 0.0 0.0
DENSITY (6) 0.0 10.96 0.0 0.0
CAPACITY (1) 12.54 0.017 -1.17E-5 3.07E-9 1.0
CAPACITY (2) 12.54 0.017 -1.17E-5 3.07E-9 1.0
CAPACITY (3) 12.54 0.017 -1.17E-5 3.07E-9 1.0
CAPACITY (4) 16.31 9.35E-3 -7.947E-6 3.063E-9 0.0
CAPACITY (5) 16.31 9.35E-3 -7.947E-6 3.063E-9 0.0
CAPACITY (6) 16.31 9.35E-3 -7.947E-6 3.063E-9 0.0
CONDUCT (1) 2.79274E-3 0.2389 0.06717 0.02226 0.0 1.7234E-13 0.0
CONDUCT (2) 2.79274E-3 0.2389 0.06717 0.02226 0.0 1.7234E-13 0.0
CONDUCT (3) 2.79274E-3 0.2389 0.06717 0.02226 0.0 1.7234E-13 0.0
CONDUCT (4) 0.0 9.1355 1.0 0.0 129.4 1.4644E-13 1.0
CONDUCT (5) 0.0 9.1355 1.0 0.0 129.4 1.4644E-13 1.0
CONDUCT (6) 0.0 9.1355 1.0 0.0 129.4 1.4644E-13 1.0
KINETICS (0) 0.3967E-6
KINETICS (1) 7.394E-5 8.013E-4 6.532E-4 1.343E-3 6.377E-4 1.794E-4
KINETICS (2) 1.297E-2 3.119E-2 1.339E-1 3.480E-1 1.420 3.824
FLOW 0.0 1.358E4 100.0 1.358E4
FLOWRATI 0.00876 0.00761 0.50224 0.44899 0.0324
CONVERGE 1.0E-2 1.0E-2
CHCORRES (1,15) 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5
CHCORRES (2,13) 5 5 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 5 5
CHCORRES (3,11) 5 5 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 5 5
CHCORRES (4,10) 5 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 5
CHCORRES (5,9) 5 4 4 4 4 4 0 3 3 3 0 4 4 4 4 5
CHCORRES (6,8) 5 4 4 4 4 3 3 3 3 3 3 3 3 4 4 4 5
CHCORRES (7,7) 5 4 4 4 0 3 3 3 3 3 3 3 3 0 4 4 4 5
CHCORRES (8,6) 5 4 4 4 3 3 3 0 3 3 3 3 0 3 3 3 4 4 4 5
CHCORRES (9,5) 5 4 4 4 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 4 4 4 5
CHCORRES (10,4) 5 4 4 4 3 3 3 3 0 3 3 0 3 3 3 3 3 4 4 4 5
CHCORRES (11,3) 5 4 4 4 0 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 0 4 4 4 5
CHCORRES (12,3) 5 4 4 4 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 4 4 4 5
CHCORRES (13,2) 5 4 4 4 3 3 0 3 0 3 3 3 3 3 0 3 0 3 3 4 4 4 5
CHCORRES (14,2) 5 4 4 4 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 1 2 4 4 4 5
CHCORRES (15,1) 5 4 4 4 0 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 1 0 2 4 4 5
CHCORRES (16,1) 5 4 4 4 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 1 2 4 4 5
CHCORRES (17,1) 5 4 4 4 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 4 4 4 5
CHCORRES (18,1) 5 4 4 4 3 3 3 0 3 3 3 3 0 3 3 3 3 4 4 4 5
CHCORRES (19,1) 5 4 4 4 0 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 0 4 4 4 5
CHCORRES (20,1) 5 4 4 4 4 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 4 4 4 4 5
CHCORRES (21,1) 5 4 4 4 4 4 0 3 3 3 3 0 4 4 4 4 4 5
CHCORRES (22,1) 5 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 5
CHCORRES (23,1) 5 5 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 5 5
CHCORRES (24,1) 5 5 4 4 4 4 4 4 4 4 4 5 5
CHCORRES (25,1) 5 5 5 5 5 5 5 5 5
AXCORRES (1) 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16
TIME (1) 6.0 0.005 0.010
TIME (2) 10.0 0.005 0.010
TIME (0) 1.0 2.0 3.0 4.0 5.0 6.0 7.0 8.5 10.0
TIME (-1) 0.0 5.45 20.0 36.32

```



```

POWER      (0)  -1.0
POWER      (1,1) 7.3052E-06 5.1136E-05 5.8442E-05 4.3831E-04 5.9903E-04 ¥
              7.7435E-04 9.0584E-04 1.0227E-03 1.1250E-03 1.1396E-03 ¥
POWER      (1,2) 1.0666E-03 9.0584E-04 7.0130E-04 1.0227E-04 7.3052E-05 2.9221E-05 ¥
              7.3052E-06 5.1136E-05 5.8442E-05 4.3831E-04 5.9903E-04 ¥
              7.7435E-04 9.0584E-04 1.0227E-03 1.1250E-03 1.1396E-03 ¥
POWER      (1,3) 1.0666E-03 9.0584E-04 7.0130E-04 1.0227E-04 7.3052E-05 2.9221E-05 ¥
              3.4740E-04 2.4318E-03 2.7792E-03 2.0844E-02 2.8487E-02 ¥
              3.6825E-02 4.3078E-02 4.8636E-02 5.3500E-02 5.4195E-02 ¥
POWER      (1,4) 5.0721E-02 4.3078E-02 3.3351E-02 4.8636E-03 3.4740E-03 1.3896E-03 ¥
              4.2614E-04 2.9830E-03 3.4091E-03 2.5568E-02 3.4943E-02 ¥
              4.5170E-02 5.2841E-02 5.9659E-02 6.5625E-02 6.6477E-02 ¥
POWER      (1,5) 6.2216E-02 5.2841E-02 4.0909E-02 5.9659E-03 4.2614E-03 1.7045E-03 ¥
              2.2727E-05 1.5909E-04 1.8182E-04 1.3636E-03 1.8636E-03 ¥
              2.4091E-03 2.8182E-03 3.1818E-03 3.5000E-03 3.5455E-03 ¥
POWER      (2,1) 3.3182E-03 2.8182E-03 2.1818E-03 3.1818E-04 2.2727E-04 9.0909E-05 ¥
              8.5227E-06 5.9659E-05 6.8182E-05 5.1136E-04 6.9886E-04 ¥
              9.0341E-04 1.0568E-03 1.1932E-03 1.3125E-03 1.3295E-03 ¥
POWER      (2,2) 1.2443E-03 1.0568E-03 8.1818E-04 1.1932E-04 8.5227E-05 3.4091E-05 ¥
              8.5227E-06 5.9659E-05 6.8182E-05 5.1136E-04 6.9886E-04 ¥
              9.0341E-04 1.0568E-03 1.1932E-03 1.3125E-03 1.3295E-03 ¥
POWER      (2,3) 1.2443E-03 1.0568E-03 8.1818E-04 1.1932E-04 8.5227E-05 3.4091E-05 ¥
              3.4578E-04 2.4205E-03 2.7662E-03 2.0747E-02 2.8354E-02 ¥
              3.6653E-02 4.2877E-02 4.8409E-02 5.3250E-02 5.3942E-02 ¥
POWER      (2,4) 5.0484E-02 4.2877E-02 3.3195E-02 4.8409E-03 3.4578E-03 1.3831E-03 ¥
              4.2614E-04 2.9830E-03 3.4091E-03 2.5568E-02 3.4943E-02 ¥
              4.5170E-02 5.2841E-02 5.9659E-02 6.5625E-02 6.6477E-02 ¥
POWER      (2,5) 6.2216E-02 5.2841E-02 4.0909E-02 5.9659E-03 4.2614E-03 1.7045E-03 ¥
              2.2727E-05 1.5909E-04 1.8182E-04 1.3636E-03 1.8636E-03 ¥
              2.4091E-03 2.8182E-03 3.1818E-03 3.5000E-03 3.5455E-03 ¥
POWER      (3,1) 3.3182E-03 2.8182E-03 2.1818E-03 3.1818E-04 2.2727E-04 9.0909E-05 ¥
              1.1769E-05 8.2386E-05 9.4156E-05 7.0617E-04 9.6510E-04 ¥
              1.2476E-03 1.4594E-03 1.6477E-03 1.8125E-03 1.8360E-03 ¥
POWER      (3,2) 1.7183E-03 1.4594E-03 1.1299E-03 1.6477E-04 1.1769E-04 4.7078E-05 ¥
              1.1769E-05 8.2386E-05 9.4156E-05 7.0617E-04 9.6510E-04 ¥
              1.2476E-03 1.4594E-03 1.6477E-03 1.8125E-03 1.8360E-03 ¥
POWER      (3,3) 1.7183E-03 1.4594E-03 1.1299E-03 1.6477E-04 1.1769E-04 4.7078E-05 ¥
              3.4253E-04 2.3977E-03 2.7403E-03 2.0552E-02 2.8088E-02 ¥
              3.6308E-02 4.2474E-02 4.7955E-02 5.2750E-02 5.3435E-02 ¥
POWER      (3,4) 5.0010E-02 4.2474E-02 3.2883E-02 4.7955E-03 3.4253E-03 1.3701E-03 ¥
              4.2289E-04 2.9602E-03 3.3831E-03 2.5373E-02 3.4677E-02 ¥
              4.4826E-02 5.2438E-02 5.9205E-02 6.5125E-02 6.5971E-02 ¥
POWER      (3,5) 6.1742E-02 5.2438E-02 4.0597E-02 5.9205E-03 4.2289E-03 1.6916E-03 ¥
              2.2727E-05 1.5909E-04 1.8182E-04 1.3636E-03 1.8636E-03 ¥
              2.4091E-03 2.8182E-03 3.1818E-03 3.5000E-03 3.5455E-03 ¥
POWER      (4,1) 3.3182E-03 2.8182E-03 2.1818E-03 3.1818E-04 2.2727E-04 9.0909E-05 ¥
              1.4205E-05 9.9432E-05 1.1364E-04 8.5227E-04 1.1648E-03 ¥
              1.5057E-03 1.7614E-03 1.9886E-03 2.1875E-03 2.2159E-03 ¥
POWER      (4,2) 2.0739E-03 1.7614E-03 1.3636E-03 1.9886E-04 1.4205E-04 5.6818E-05 ¥
              1.4205E-05 9.9432E-05 1.1364E-04 8.5227E-04 1.1648E-03 ¥
              1.5057E-03 1.7614E-03 1.9886E-03 2.1875E-03 2.2159E-03 ¥
POWER      (4,3) 2.0739E-03 1.7614E-03 1.3636E-03 1.9886E-04 1.4205E-04 5.6818E-05 ¥
              3.4010E-04 2.3807E-03 2.7208E-03 2.0406E-02 2.7888E-02 ¥
              3.6050E-02 4.2172E-02 4.7614E-02 5.2375E-02 5.3055E-02 ¥
POWER      (4,4) 4.9654E-02 4.2172E-02 3.2649E-02 4.7614E-03 3.4010E-03 1.3604E-03 ¥
              4.2045E-04 2.9432E-03 3.3636E-03 2.5227E-02 3.4477E-02 ¥
              4.4568E-02 5.2136E-02 5.8864E-02 6.4750E-02 6.5591E-02 ¥
POWER      (4,5) 6.1386E-02 5.2136E-02 4.0364E-02 5.8864E-03 4.2045E-03 1.6818E-03 ¥
              2.2727E-05 1.5909E-04 1.8182E-04 1.3636E-03 1.8636E-03 ¥
              2.4091E-03 2.8182E-03 3.1818E-03 3.5000E-03 3.5455E-03 ¥
POWER      (4,5) 3.3182E-03 2.8182E-03 2.1818E-03 3.1818E-04 2.2727E-04 9.0909E-05 ¥
VOLUME(1) .00105 .00175 .0014 .0017 .0017 .0017 .0017 .0017 ¥
              .0017 .0017 .0017 .0017 .0017 .0014 .00175 .00105 ¥
VOLUME(2) .00105 .00175 .0014 .0017 .0017 .0017 .0017 .0017 ¥
              .0017 .0017 .0017 .0017 .0014 .00175 .00105 ¥
VOLUME(3) .0606 .1010 .0808 .0983 .0983 .0983 .0983 .0983 ¥
              .0983 .0983 .0983 .0983 .0808 .0606 .1010 ¥
VOLUME(4) .0623 .1039 .0831 .0983 .0983 .0983 .0983 .0983 ¥
              .0983 .0983 .0983 .0983 .0831 .1039 .0623 ¥
VOLUME(5) .125 .208 .167 0.1 0.1 0.1 0.1 0.1 ¥
              0.1 0.1 0.1 0.1 .167 .208 .125 ¥
SCRAMREA 0.0 0.0 0.1 0.1 0.1 0.1 0.2 0.351E-2 0.3 0.783E-2 ¥
              0.4 1.321E-2 0.5 1.927E-2 0.6474 2.793E-2 ¥
              1.2948 3.187E-2 100.0 3.187E-2
SCRAMSIG 0.4 1.160 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0
PRINT (1) 1 20 10 0 0
PRINT (2) 1 20 10 0 0
PRINT (-1) 66
PRINT (0) 39 00 00 00 37 00 00 00 30 00 00 00 36 00 00 00 ¥
              32 00 00 00 33 00 00 00 34 00 00 00 35 00 00 00 ¥
              31 00 00 00 38 00 00 00
              19 01 00 00 19 02 00 00 19 03 00 00 19 04 00 00 ¥
              19 05 00 00
              16 01 00 00 16 02 00 00 16 03 00 00 16 04 00 00 ¥
              16 05 00 00
              02 01 01 00 02 02 01 00 02 03 01 00 02 04 01 00 ¥
              02 05 01 00
              02 01 16 00 02 02 16 00 02 03 16 00 02 04 16 00 ¥
              02 05 16 00
PLOT (0) 1
ENDDATA

```

A - 4

```

CASE 2.1
INITIAL 2600.0 1.358E4 360.0 0.0
REACTIVI 10.0 1.1067E-3
TGEOM 14 16 4 0
TREGION (1) 3 3 3 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 3 3 3
TREGION (2) 3 3 3 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 3 3 3
TREGION (3) 3 3 3 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 3 3 3
TREGION (4) 4 4 4 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 4 4 4
CGEOM (1) 0.5288 0.366 0.375 0.04
CGEOM (2) 0.5288 0.366 0.375 0.04
CGEOM (3) 0.5288 0.366 0.375 0.04
CGEOM (4) 0.772455 0.6175 0.6300 0.04
CGEOM (5) 0.772455 0.6175 0.6300 0.04
CREGION 0 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 6 7
FEEDBACK (1) 5.09E-3 0.8243E-6 -0.958E-6 -3.248E-6 -0.3751E-6
FEEDBACK (2) 3.41E-3 1.4400E-6 -0.495E-6 -1.561E-6 -0.2100E-6
FEEDBACK (3) 5.54E-4 -0.0233E-6 .026E-6 .094E-6 .0090E-6
FEEDBACK (4) 3.13E-4 0.0025E-6 .048E-6 .175E-6 .0170E-6
FEEDBACK (5) 4.26E-4 0.0110E-6 .057E-6 .143E-6 .0180E-6
FUELTYPE (1) 0.14 1.98 0.92 271
FUELTYPE (2) 0.18 1.98 0.92 271
FUELTYPE (3) 0.0 2.00 0.945 271
FUELTYPE (4) 0.0 2.00 0.945 127
FUELTYPE (5) 0.0 2.00 0.945 127
DENSITY (1) 0.48 10.96 -2.5 2.0
DENSITY (2) 0.48 10.96 -2.5 2.0
DENSITY (3) 0.0 10.96 0.0 0.0
DENSITY (4) 0.0 10.96 0.0 0.0
DENSITY (5) 0.0 10.96 0.0 0.0
CAPACITY (1) 12.54 0.017 -1.17E-5 3.07E-9 1.0
CAPACITY (2) 12.54 0.017 -1.17E-5 3.07E-9 1.0
CAPACITY (3) 16.31 9.35E-3 -7.947E-6 3.063E-9 0.0
CAPACITY (4) 16.31 9.35E-3 -7.947E-6 3.063E-9 0.0
CAPACITY (5) 16.31 9.35E-3 -7.947E-6 3.063E-9 0.0
CONDUCT (1) 2.79274E-3 0.2389 0.06717 0.02226 0.0 1.7234E-13 0.0
CONDUCT (2) 2.79274E-3 0.2389 0.06717 0.02226 0.0 1.7234E-13 0.0
CONDUCT (3) 0.0 9.1355 1.0 0.0 129.4 1.4644E-13 1.0
CONDUCT (4) 0.0 9.1355 1.0 0.0 129.4 1.4644E-13 1.0
CONDUCT (5) 0.0 9.1355 1.0 0.0 129.4 1.4644E-13 1.0
KINETICS (0) 0.3967E-6
KINETICS (1) 7.394E-5 8.013E-4 6.532E-4 1.343E-3 6.377E-4 1.794E-4
KINETICS (2) 1.297E-2 3.119E-2 1.339E-1 3.480E-1 1.420 3.824
FLOW
FLOWRATI 0.0 1.358E4 100.0 1.358E4
CONVERGE .0175 0.4935 0.4566 0.0324
1.0E-2 1.0E-2
CHCORRES (1,16) 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
CHCORRES (2,14) 0 0 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 0 0
CHCORRES (3,12) 0 0 4 4 3 3 3 3 3 3 3 3 4 0 0
CHCORRES (4,11) 0 4 4 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 4 4 0
CHCORRES (5,10) 0 4 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 4 0
CHCORRES (6,9) 0 4 3 3 3 3 3 0 2 2 2 0 3 3 3 3 4 0
CHCORRES (7,8) 0 4 3 3 3 3 2 2 2 2 2 2 2 2 3 3 3 4 0
CHCORRES (8,7) 0 4 3 3 3 0 2 2 2 2 2 0 2 2 2 0 3 3 3 4 0
CHCORRES (9,6) 0 4 3 3 3 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 3 3 3 4 0
CHCORRES (10,5) 0 4 3 3 3 2 2 2 2 0 2 2 2 0 2 2 2 3 3 3 4 0
CHCORRES (11,4) 0 4 3 3 3 2 2 0 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 3 3 3 4 0
CHCORRES (12,3) 0 4 3 3 3 0 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 3 3 3 4 0
CHCORRES (13,3) 0 4 3 3 3 2 2 2 2 2 2 1 1 2 2 2 2 2 2 3 3 3 4 0
CHCORRES (14,2) 0 4 3 3 3 2 2 2 0 2 2 1 0 1 2 2 0 2 2 2 3 3 3 4 0
CHCORRES (15,2) 0 4 3 3 3 2 2 2 2 2 2 1 1 2 2 2 2 2 2 3 3 3 4 0
CHCORRES (16,1) 0 4 3 3 3 0 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 0 3 3 3 4 0
CHCORRES (17,1) 0 4 3 3 3 2 2 0 2 2 2 2 2 2 2 2 0 2 2 3 3 3 4 0
CHCORRES (18,1) 0 4 3 3 3 2 2 2 0 2 2 2 0 2 2 2 2 2 2 3 3 3 4 0
CHCORRES (19,1) 0 4 3 3 3 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 3 3 3 4 0
CHCORRES (20,1) 0 4 3 3 3 0 2 2 2 2 2 0 2 2 2 2 0 3 3 3 4 0
CHCORRES (21,1) 0 4 3 3 3 3 2 2 2 2 2 2 2 2 2 3 3 3 3 4 0
CHCORRES (22,1) 0 4 3 3 3 3 3 0 2 2 2 0 3 3 3 3 3 4 0
CHCORRES (23,1) 0 4 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 4 0
CHCORRES (24,1) 0 4 4 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 4 4 0
CHCORRES (25,1) 0 0 4 4 3 3 3 3 3 3 3 3 3 4 4 0 0
CHCORRES (26,2) 0 0 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 0 0
CHCORRES (27,3) 0 0 0 0 0 0 0 0
AXCORRES (1) 0 0 0 0 0 0 1 1 2 2 3 3 4 4 5 5 6 6 7 7 ¥
8 8 9 9 10 10 11 11 12 12 13 13 14 14 ¥
15 15 16 16 0 0 0 0 0
TIME (1) 6.0 0.005 0.01
TIME (2) 10.0 0.005 0.01
TIME (0) 2.0 4.0 6.0 8.0 10.0
TIME (-1) 0.0 5.0 15.0
SCRAMREA 0.0 0.0 0.1 0.088E-2 0.2 0.351E-2 0.3 0.783E-2 ¥
0.4 1.321E-2 0.5 1.927E-2 0.6474 2.793E-2 ¥
1.2948 3.187E-2 100.0 3.187E-2
SCRAMSIG 0.4 1.160 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0
PRINT (1) 1 20 10 0 0
PRINT (2) 1 20 10 0 0
PRINT (-1) 66
PRINT (0) 39 00 00 00 37 00 00 00 30 00 00 00 36 00 00 00 ¥
32 00 00 00 33 00 00 00 34 00 00 00 35 00 00 00 ¥
31 00 00 00 38 00 00 00
19 01 00 00 19 02 00 00 19 03 00 00 19 04 00 00 ¥
16 01 00 00 16 02 00 00 16 03 00 00 16 04 00 00 ¥
02 01 01 00 02 02 01 00 02 03 01 00 02 04 01 00 ¥
02 01 16 00 02 02 16 00 02 03 16 00 02 04 16 00
PLOT (0) 1
ENDDATA

```

```

A-5 CASE 2.2
INITIAL 2600.0 1.358E4 360.0 0.0
REACTIVI 10.0 1.1067E-3
TGEOM 14 16 5 0
REGION (1) 3 3 3 1 1 1 1 1 1 1 1 1 3 3 3
REGION (2) 3 3 3 2 2 2 2 2 2 2 2 2 3 3 3
REGION (3) 3 3 3 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 3 3 3
REGION (4) 3 3 3 2 2 2 2 2 2 2 2 2 3 3 3
REGION (5) 4 4 4 5 5 5 5 5 5 5 5 5 4 4 4
CGEOM (1) 0.5288 0.366 0.375 0.04
CGEOM (2) 0.5288 0.366 0.375 0.04
CGEOM (3) 0.5288 0.366 0.375 0.04
CGEOM (4) 0.772455 0.6175 0.6300 0.04
CGEOM (5) 0.772455 0.6175 0.6300 0.04
CREGION 0 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 6 7
FEEDBACK (1) 5.09E-3 0.8243E-6 -0.958E-6 -3.248E-6 -0.3751E-6
FEEDBACK (2) 3.41E-3 1.4400E-6 -0.495E-6 -1.561E-6 -0.2100E-6
FEEDBACK (3) 5.54E-4 -0.0233E-6 .026E-6 .094E-6 .0090E-6
FEEDBACK (4) 3.13E-4 0.0025E-6 .048E-6 .175E-6 .0170E-6
FEEDBACK (5) 4.26E-4 0.0110E-6 .057E-6 .143E-6 .0180E-6
FUELTYPE (1) 0.14 1.98 0.92 271
FUELTYPE (2) 0.18 1.98 0.92 271
FUELTYPE (3) 0.0 2.00 0.945 271
FUELTYPE (4) 0.0 2.00 0.945 127
FUELTYPE (5) 0.0 2.00 0.945 127
DENSITY (1) 0.48 10.96 -2.5 2.0
DENSITY (2) 0.48 10.96 -2.5 2.0
DENSITY (3) 0.0 10.96 0.0 0.0
DENSITY (4) 0.0 10.96 0.0 0.0
DENSITY (5) 0.0 10.96 0.0 0.0
CAPACITY (1) 12.54 0.017 -1.17E-5 3.07E-9 1.0
CAPACITY (2) 12.54 0.017 -1.17E-5 3.07E-9 1.0
CAPACITY (3) 16.31 9.35E-3 -7.947E-6 3.063E-9 0.0
CAPACITY (4) 16.31 9.35E-3 -7.947E-6 3.063E-9 0.0
CAPACITY (5) 16.31 9.35E-3 -7.947E-6 3.063E-9 0.0
CONDUCT (1) 2.79274E-3 0.2389 0.06717 0.02226 0.0 1.7234E-13 0.0
CONDUCT (2) 2.79274E-3 0.2389 0.06717 0.02226 0.0 1.7234E-13 0.0
CONDUCT (3) 0.0 9.1355 1.0 0.0 129.4 1.4644E-13 1.0
CONDUCT (4) 0.0 9.1355 1.0 0.0 129.4 1.4644E-13 1.0
CONDUCT (5) 0.0 9.1355 1.0 0.0 129.4 1.4644E-13 1.0
KINETICS (0) 0.3967E-6
KINETICS (1) 7.394E-5 8.013E-4 6.532E-4 1.343E-3 6.377E-4 1.794E-4
KINETICS (2) 1.297E-2 3.119E-2 1.339E-1 3.480E-1 1.420 3.824
FLOW 0.0 1.358E4 100.0 1.358E4
FLOWRATI .00876 0.00761 0.50224 0.44899 0.0324
CONVERGE 1.0E-2 1.0E-2
CHCORRES (1,16) 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
CHCORRES (2,14) 0 0 5 5 5 5 5 5 5 5 0 0
CHCORRES (3,12) 0 0 5 5 4 4 4 4 4 4 4 4 5 5 0 0
CHCORRES (4,11) 0 5 5 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 5 5 0
CHCORRES (5,10) 0 5 4 4 4 4 4 4 4 4 2 2 4 4 4 4 5 0
CHCORRES (6,9) 0 5 4 4 4 4 4 0 3 3 1 0 2 4 4 4 4 5 0
CHCORRES (7,8) 0 5 4 4 4 4 3 3 3 3 3 1 1 3 4 4 4 4 5 0
CHCORRES (8,7) 0 5 4 4 4 0 3 3 3 3 3 0 3 3 3 3 0 4 4 4 5 0
CHCORRES (9,6) 0 5 4 4 4 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 4 4 4 5 0
CHCORRES (10,5) 0 5 4 4 4 3 3 3 3 0 3 3 3 0 3 3 3 3 4 4 4 5 0
CHCORRES (11,4) 0 5 4 4 4 3 3 0 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 4 4 4 5 0
CHCORRES (12,3) 0 5 4 4 4 0 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 0 4 4 4 5 0
CHCORRES (13,3) 0 5 4 4 4 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 4 4 4 5 0
CHCORRES (14,2) 0 5 4 4 4 3 3 3 0 3 3 3 0 3 3 3 0 3 3 4 4 4 5 0
CHCORRES (15,2) 0 5 4 4 4 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 4 4 4 5 0
CHCORRES (16,1) 0 5 4 4 4 0 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 0 4 4 4 5 0
CHCORRES (17,1) 0 5 4 4 4 3 3 0 3 3 3 3 3 3 3 3 3 0 3 3 4 4 4 5 0
CHCORRES (18,1) 0 5 4 4 4 3 3 3 3 0 3 3 3 3 3 3 3 3 3 4 4 4 5 0
CHCORRES (19,1) 0 5 4 4 4 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 4 4 4 5 0
CHCORRES (20,1) 0 5 4 4 4 0 3 3 3 3 3 0 3 3 3 3 3 3 0 4 4 4 5 0
CHCORRES (21,1) 0 5 4 4 4 4 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 4 4 4 5 0
CHCORRES (22,1) 0 5 4 4 4 4 4 0 3 3 3 0 4 4 4 4 4 4 5 0
CHCORRES (23,1) 0 5 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 5 0
CHCORRES (24,1) 0 5 5 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 5 0
CHCORRES (25,1) 0 0 5 5 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 5 0 0
CHCORRES (26,2) 0 0 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 0 0
CHCORRES (27,3) 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
AXCORRES (1) 0 0 0 0 0 0 1 1 2 2 3 3 4 4 5 5 6 6 7 7 8 8 9 9 10 10 11 11 12 12 13 13 14 14 15 15 16 16 0 0 0 0 0 0
TIME (1) 6.0 0.005 0.01
TIME (2) 10.0 0.005 0.01
TIME (0) 2.0 4.0 6.0 8.0 10.0
TIME (-1) 0.0 5.0 15.0
SCRAMREA 0.0 0.0 0.1 0.088E-2 0.2 0.351E-2 0.3 0.783E-2 1.0
0.4 1.321E-2 0.5 1.927E-2 0.6474 2.793E-2
1.2948 3.187E-2 100.0 3.187E-2
SCRAMSIG 0.4 1.160 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0
PRINT (1) 1 20 10 0 0
PRINT (2) 1 20 10 0 0
PRINT (-1) 66
PRINT (0) 39 00 00 00 37 00 00 00 30 00 00 00 36 00 00 00 32 00 00 00 33 00 00 00 34 00 00 00 35 00 00 00 31 00 00 00 38 00 00 00 19 02 00 00 19 03 00 00 19 04 00 00 19 05 00 00 16 01 00 00 16 02 00 00 16 03 00 00 16 04 00 00 16 05 00 00 02 01 01 00 02 02 01 00 02 03 01 00 02 04 01 00 02 05 01 00 02 01 16 00 02 02 16 00 02 03 16 00 02 04 16 00 02 05 16 00
PLOT (0) 1
ENDDATA

```

付録2. 出力結果サンプル

- ケース 2.1の例

```

CASE 2.1
INITIAL 2600.0 1.358E4 350.0 0.0
REACTIVI 10.0 1.1067E-3
TGEOM 14 16 4 0
TREGION (1) 3 3 3 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 3 3 3
TREGION (2) 3 3 3 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 3 3 3
TREGION (3) 3 3 3 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 3 3 3
TREGION (4) 4 4 4 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 4 4 4
CGEOM (1) 0.573 0.366 0.375 0.04
CGEOM (2) 0.573 0.366 0.375 0.04
CGEOM (3) 0.573 0.366 0.375 0.04
CGEOM (4) 0.8377 0.6175 0.6300 0.04
CGEOM (5) 0.8377 0.6175 0.6300 0.04
CREGION 0 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 6 7
FEEDBACK (1) 5.09E-3 0.8243E-6 -0.958E-6 -3.248E-6 -0.3751E-6
FEEDBACK (2) 3.41E-3 1.4400E-6 -0.495E-6 -1.561E-6 -0.2100E-6
FEEDBACK (3) 5.54E-4 -0.0233E-6 .025E-6 .094E-6 .0090E-6
FEEDBACK (4) 3.13E-4 0.0028E-6 .048E-6 .175E-6 .0170E-6
FEEDBACK (5) 4.26E-4 0.0110E-6 .057E-6 .142E-6 .0180E-6
FUELTYPE (1) 0.14 1.98 0.92 271
FUELTYPE (2) 0.18 1.98 0.92 271
FUELTYPE (3) 0.0 2.00 0.945 271
FUELTYPE (4) 0.0 2.00 0.945 127
FUELTYPE (5) 0.0 2.00 0.945 127
DENSITY (1) 0.48 10.95 -2.5 2.0
DENSITY (2) 0.48 10.95 -2.5 2.0
DENSITY (3) 0.0 10.95 0.0 0.0
DENSITY (4) 0.0 10.95 0.0 0.0
DENSITY (5) 0.0 10.95 0.0 0.0
CAPACITY (1) 12.54 0.017 -1.17E-5 3.07E-9 1.0
CAPACITY (2) 12.54 0.017 -1.17E-5 3.07E-9 1.0
CAPACITY (3) 14.31 9.35E-3 -7.947E-6 3.063E-9 0.0
CAPACITY (4) 14.31 9.35E-3 -7.947E-6 3.063E-9 0.0
CAPACITY (5) 14.31 9.35E-3 -7.947E-6 3.063E-9 0.0
CONDUCT (1) 2.79274E-3 0.2389 0.06717 0.02226 0.0 1.7234E-13 0.0
CONDUCT (2) 2.79274E-3 0.2389 0.06717 0.02226 0.0 1.7234E-13 0.0
CONDUCT (3) 0.0 9.1355 1.0 0.0 129.4 1.4644E-13 1.0
CONDUCT (4) 0.0 9.1355 1.0 0.0 129.4 1.4644E-13 1.0
CONDUCT (5) 0.0 9.1355 1.0 0.0 129.4 1.4644E-13 1.0
KINETICS (0) 0.3967E-6
KINETICS (1) 7.394E-5 5.013E-4 5.532E-4 1.343E-3 6.377E-4 1.794E-4
KINETICS (2) 1.297E-2 3.119E-2 1.339E-1 3.480E-1 1.420 3.824
FLOW 0.0 1.358E4 100.0 1.358E4
FLOWRATI .0175 0.4935 0.4555 0.0324
CONVERGE 1.0E-2 1.0E-2
CHCORRES (1,16) 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
CHCORRES (2,14) 0 0 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 0 0
CHCORRES (3,12) 0 0 4 4 3 3 3 3 3 3 3 3 4 0 0
CHCORRES (4,11) 0 4 4 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 4 0
CHCORRES (5,10) 0 4 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 4 0
CHCORRES (6,9) 0 4 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 4 0
CHCORRES (7,8) 0 4 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 4 0
CHCORRES (8,7) 0 4 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 4 0
CHCORRES (9,6) 0 4 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 4 0
CHCORRES (10,5) 0 4 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 4 0
CHCORRES (11,4) 0 4 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 4 0
CHCORRES (12,3) 0 4 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 4 0
CHCORRES (13,3) 0 4 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 4 0
CHCORRES (14,2) 0 4 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 4 0
CHCORRES (15,2) 0 4 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 4 0
CHCORRES (16,1) 0 4 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 4 0
CHCORRES (17,1) 0 4 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 4 0
CHCORRES (18,1) 0 4 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 4 0
CHCORRES (19,1) 0 4 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 4 0
CHCORRES (20,1) 0 4 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 4 0
CHCORRES (21,1) 0 4 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 4 0
CHCORRES (22,1) 0 4 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 4 0
CHCORRES (23,1) 0 4 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 4 0
CHCORRES (24,1) 0 4 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 4 0
CHCORRES (25,1) 0 4 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 4 0
CHCORRES (26,2) 0 0 4 4 3 3 3 3 3 3 3 3 4 0 0
CHCORRES (27,3) 0 0 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 0 0
AXCORRES (1) 0 0 0 0 0 0 1 1 2 2 3 3 4 4 5 5 6 6 7 7 8 8
8 8 9 9 10 10 11 11 12 12 13 13 14 14 14
TIME (1) 5.0 0.005 0.01
TIME (2) 10.0 0.005 0.01
TIME (0) 2.0 4.0 5.0 5.0 10.0
TIME [-1] 0.0 5.0 15.0
SCRAMREA 0.0 0.0 0.1 0.088E-2 0.2 0.351E-2 0.3 0.783E-2 1.0
0.4 1.321E-2 0.5 1.927E-2 0.6474 2.793E-2
1.2948 3.187E-2 100.0 3.187E-2
SCRAMSIG 0.4 1.160 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0
PRINT (1) 1 20 10 0 0
PRINT (2) 1 20 10 0 0
PRINT [-1] 66
PRINT (0) 39 00 00 00 37 00 00 00 30 00 00 00 35 00 00 00 1
32 00 00 00 33 00 00 00 34 00 00 00 35 00 00 00 1
31 00 00 00 38 00 00 00
19 01 00 00 19 02 00 00 19 03 00 00 19 04 00 00 1
16 01 00 00 15 02 00 00 16 03 00 00 16 04 00 00 1
02 01 01 00 02 02 01 00 02 03 01 00 02 04 01 00 1
02 01 15 00 02 02 16 00 02 03 16 00 02 04 16 00
PLOT (0) 1
ENDDATA U

```

INPUT DATA EDIT (WRIMP)
 ---- GENERAL INFORMATION ----

FUEL RADIAL NODES	*	14	AXIAL NODES	*	16
NO. OF REG. IN FUEL	*	4			
REACTOR POWER	*	0.28000E+04 [MW]	COOLANT INLET TEMP.	*	0.36000E+03 [DEG. C]
COOLANT FLOW RATE	*	0.13580E+06 [M ³ /HR]			
PROMPT NEUT. TIME	*	0.39870E-06 [SEC]	EFF. DLYD. NEUT. FRACT.	*	0.2885E-02
NO. DLYD. NEUT. GROUP	*	0.60000E+01	FDBK. COMP. TEST VALUE	*	0.10000E+01

*** CITATION POWER DATA INPUT ***

MESH NUMBER & SIZE

X-DIRECTION	27	18.0900 18.0900 18.0900 18.0905	18.0900 18.0899 18.0897 18.0892	18.0900 18.0903 18.0905 18.0910	18.0900 18.0897 18.0892	18.0900 18.0903 18.0910	18.0900 18.0897 18.0892	18.0900 18.0905	18.0899 18.0901 18.0897
Y-DIRECTION	27	18.0900 18.0900 18.0905	18.0900 18.0892 18.0887	18.0900 18.0903 18.0914	18.0900 18.0892	18.0900 18.0905	18.0900 18.0897	18.0900 18.0905	18.0900 18.0897 18.0892
Z-DIRECTION	44	4.8752 5.0222 5.0616 5.0817 5.0155 4.8822	4.8752 5.0222 5.0615 5.0614 5.0153 4.8818	4.8752 5.0222 5.0616 5.0617 5.0154 4.8822	4.8752 5.0222 5.0615 5.0613 5.0153 4.8818	4.8753 5.0616 5.0616 5.0616 5.0617 5.0156	4.8752 5.0615 5.0614 5.0617 5.0153	5.0222 5.0616 5.0614 5.0617 4.8822	5.0222 5.0615 5.0614 5.0614 4.8819

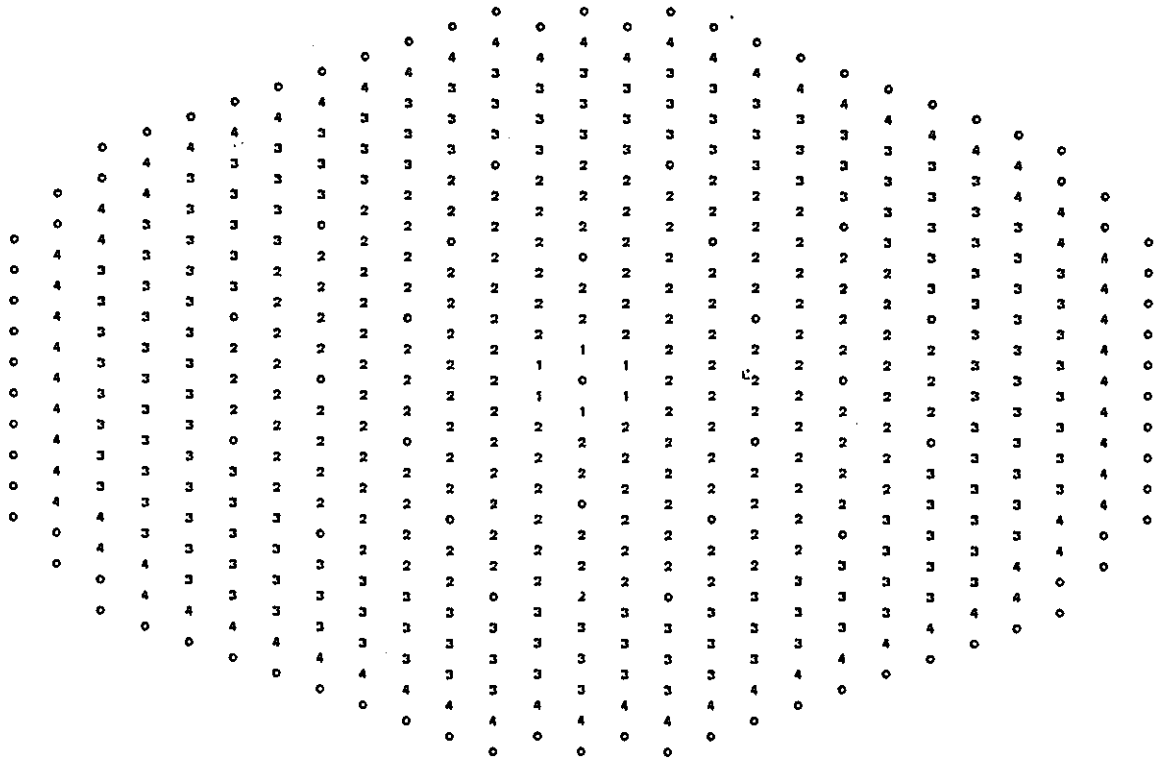
NUMBER OF ASSEMBLIES PER CHANNEL

** CHANNEL NO. 1 HAS 6 ASSEMBLIES.
 ** CHANNEL NO. 2 HAS 168 ASSEMBLIES.
 ** CHANNEL NO. 3 HAS 180 ASSEMBLIES.
 ** CHANNEL NO. 4 HAS 72 ASSEMBLIES.
 TOTAL 426 ASSEMBLIES.

CHANNEL VOLUME FOR KINETICS CALC.

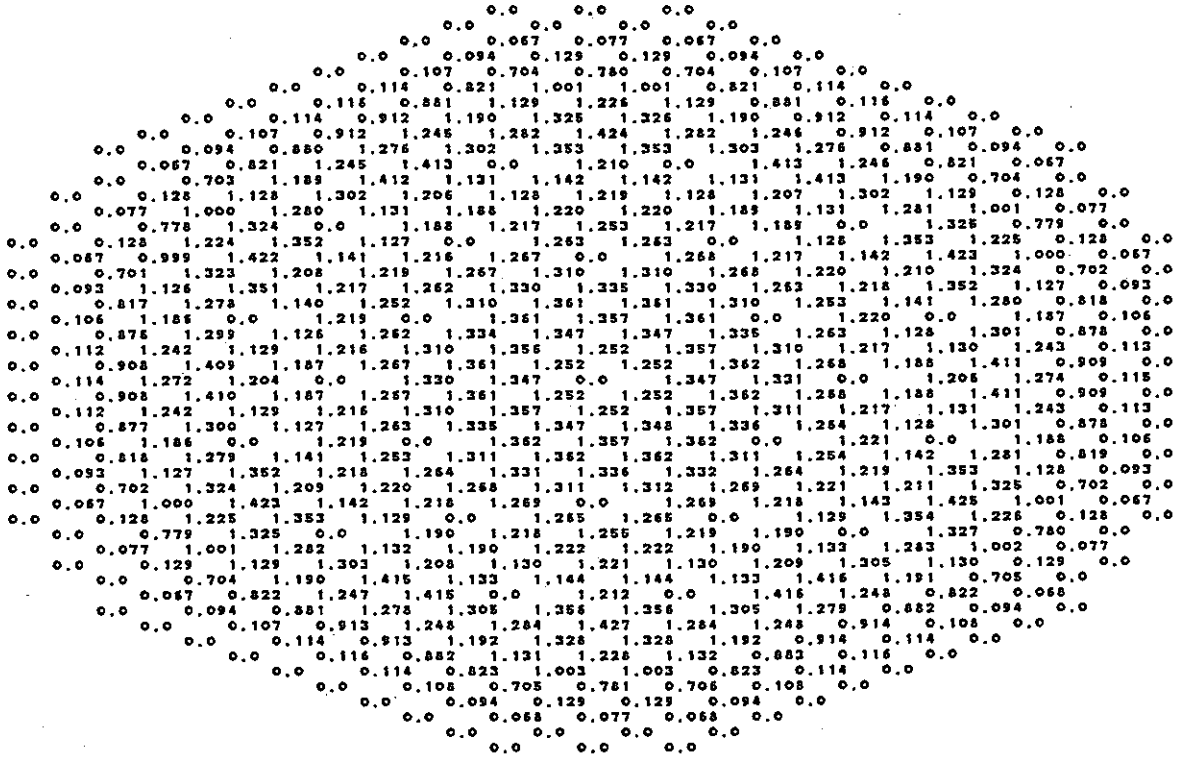
		CHANNEL NO.			
MODE	1	2	3	4	
1	1.70758E+04	4.78232E+05	5.12392E+05	2.04954E+05	
2	1.70757E+04	4.78230E+05	5.12390E+05	2.04953E+05	
3	1.70758E+04	4.78232E+05	5.12392E+05	2.04954E+05	
4	1.72135E+04	4.81978E+05	5.16404E+05	2.06559E+05	
5	1.72135E+04	4.81978E+05	5.16405E+05	2.06559E+05	
6	1.72135E+04	4.81978E+05	5.16404E+05	2.06559E+05	
7	1.72135E+04	4.81978E+05	5.16404E+05	2.06559E+05	
8	1.72135E+04	4.81978E+05	5.16404E+05	2.06559E+05	
9	1.72135E+04	4.81978E+05	5.16404E+05	2.06558E+05	
10	1.72135E+04	4.81978E+05	5.16404E+05	2.06558E+05	
11	1.72135E+04	4.81978E+05	5.16404E+05	2.06558E+05	
12	1.72135E+04	4.81978E+05	5.16405E+05	2.06559E+05	
13	1.72135E+04	4.81978E+05	5.16404E+05	2.06558E+05	
14	1.70567E+04	4.77527E+05	5.11701E+05	2.04677E+05	
15	1.70567E+04	4.77527E+05	5.11701E+05	2.04677E+05	
16	1.70567E+04	4.77527E+05	5.11701E+05	2.04677E+05	

CHANNEL MAP



CITATION POWER DATA INPUT

TIME STEP NO. 1
POWER DISTRIBUTION



POWER DISTRIBUTION FOR THERMAL CALC.

CHANNEL NO.

NODE	1	2	3	4
1	7.36327E-04	6.89898E-04	6.44676E-04	3.47030E-04
2	1.23048E-03	1.18553E-03	9.39750E-04	6.53406E-04
3	2.22256E-03	2.20113E-03	1.77405E-03	9.11576E-04
4	1.84561E-02	1.87216E-02	1.70999E-02	1.40714E-03
5	2.51657E-02	2.57867E-02	2.35692E-02	1.92097E-03
6	3.11248E-02	3.19456E-02	2.92340E-02	2.36093E-03
7	3.57219E-02	3.64939E-02	3.31600E-02	2.68767E-03
8	3.92236E-02	3.95460E-02	3.60203E-02	2.88218E-03
9	4.12154E-02	4.06983E-02	3.71622E-02	2.92880E-03
10	4.07953E-02	3.96156E-02	3.62707E-02	2.81743E-03
11	3.78059E-02	3.63661E-02	3.35341E-02	2.54620E-03
12	3.21110E-02	3.07326E-02	2.81554E-02	2.12349E-03
13	2.47062E-02	2.36639E-02	2.11999E-02	1.58814E-03
14	3.05914E-03	2.92025E-03	2.25882E-03	1.04804E-03
15	1.81278E-03	1.72342E-03	1.25169E-03	6.48617E-04
16	1.17167E-03	1.11370E-03	7.65324E-04	4.15828E-04

CHANNEL VOLUME RATIO OF EACH FUEL TYPE

CHANNEL NO.	1	2	3	4
1	2.82678E-03	7.91495E-02	8.48031E-02	1.66779E-01
2	2.82677E-03	7.91492E-02	8.48029E-02	1.66779E-01
3	2.82678E-03	7.91495E-02	8.48031E-02	1.66779E-01
4	3.44829E-03	9.65518E-02	1.00000E-01	1.00000E-01
5	3.44830E-03	9.65521E-02	1.00000E-01	1.00000E-01
6	3.44829E-03	9.65518E-02	1.00000E-01	1.00000E-01
7	3.44829E-03	9.65518E-02	1.00000E-01	1.00000E-01
8	3.44829E-03	9.65518E-02	1.00000E-01	1.00000E-01
9	3.44829E-03	9.65518E-02	1.00000E-01	1.00000E-01
10	3.44829E-03	9.65518E-02	1.00000E-01	1.00000E-01
11	3.44829E-03	9.65518E-02	1.00000E-01	1.00000E-01
12	3.44830E-03	9.65521E-02	1.00000E-01	1.00000E-01
13	3.44829E-03	9.65518E-02	1.00000E-01	1.00000E-01
14	2.82296E-03	7.90427E-02	8.46887E-02	1.66554E-01
15	2.82296E-03	7.90427E-02	8.46887E-02	1.66554E-01
16	2.82296E-03	7.90427E-02	8.46887E-02	1.66554E-01

TRANSIENT OUTPUT

TIME STEP NUMBER 0

ELAPSED REACTOR TIME (SEC)	0.0	REACTOR POWER (MW)	2.6000E+03
TIME INCREMENT (SEC)	0.0100	EXCURSION POWER (MW*SEC)	0.0
DOPPLER REACTIVITY (DOLLARS)	0.0	COOLANT TEMP. REAC. (DOLLARS)	0.0
CLAD EXPANSION REAC. (DOLLARS)	0.0	FUEL TEMP. REACTIVITY (DOLLARS)	0.0
WRAPPER TUBE REACTIVITY (DOLLARS)	0.0	FEED BACK REACTIVITY (DOLLARS)	0.0
TOTAL REACTIVITY (DOLLARS)	0.0	SCRAM REACTIVITY (DOLLARS)	0.0
INVERSE PERIOD (1/SEC)	0.0	AVERAGE FUEL TEMP. (DEG. C)	758.5515
AVERAGE CLAD TEMP. (DEG. C)	441.7978	AVERAGE COOLANT TEMP. (DEG. C)	429.2034

PRESSURE DROP INFORMATION

CHANNEL NO.	1	2	3	4
INLET VELOCITY (M/SEC)	344.236	346.895	299.387	59.970
INLET VELOCITY CHANGE (M/SEC**2)	0.0	0.0	0.0	0.0
CHAN. AVE. FUEL TEMP. (DEG. C)	846.829	841.795	805.395	439.601
CHAN. MAX FUEL TEMP. (DEG. C)	1772.848	1747.360	1629.243	517.260
CHAN. AVE. COOLANT TEMP. (DEG. C)	433.898	433.293	437.283	399.049

CHANNEL 1

AXIAL NODE	COOLANT VELOCITY (M/SEC)	COOLANT TEMPERATURE (DEG. C)	COOLANT DENSITY (KG/M ³)	FUEL AVERAGE TEMPERATURE (DEG. C)	FUEL CENTER TEMPERATURE (DEG. C)	FUEL SURFACE TEMPERATURE (DEG. C)	CLAD SURFACE TEMPERATURE (DEG. C)	ENERGY ACCUMULATED (CAL/GM-FUEL)
1	344.236	350.000	0.866	369.867	373.721	385.403	360.275	6955.828
2	344.233	350.539	0.866	377.147	383.655	399.622	361.060	7115.863
3	344.365	361.365	0.865	391.464	403.482	377.473	362.197	7412.789
4	344.806	368.018	0.864	409.433	466.383	302.352	373.002	13585.402
5	345.743	375.257	0.862	441.391	1107.908	561.815	385.436	17155.473
6	346.964	382.877	0.859	507.928	1338.425	618.126	400.515	20623.703
7	348.429	403.716	0.855	1109.911	1524.900	866.973	417.542	23522.154
8	350.083	420.733	0.851	1209.794	1672.072	709.575	436.070	25911.684
9	351.904	439.045	0.847	1275.539	1764.760	742.344	455.339	27525.395
10	353.776	457.765	0.842	1289.090	1772.848	757.803	474.073	27522.402
11	355.895	475.780	0.838	1242.859	1890.432	753.893	491.026	26704.469
12	357.235	491.783	0.834	1133.840	1509.032	727.613	504.882	24092.781
13	358.581	504.533	0.831	985.386	1263.032	686.429	514.990	20562.437
14	359.243	511.205	0.830	555.233	576.060	533.503	512.455	10890.565
15	359.357	512.308	0.829	538.796	550.314	525.520	512.048	10517.157
16	359.455	513.245	0.829	530.305	537.676	521.765	513.725	10335.785

CHANNEL 2

AXIAL NODE	COOLANT VELOCITY (M/SEC)	COOLANT TEMPERATURE (DEG. C)	COOLANT DENSITY (KG/M ³)	FUEL AVERAGE TEMPERATURE (DEG. C)	FUEL CENTER TEMPERATURE (DEG. C)	FUEL SURFACE TEMPERATURE (DEG. C)	CLAD SURFACE TEMPERATURE (DEG. C)	ENERGY ACCUMULATED (CAL/GM-FUEL)
1	346.895	350.000	0.866	369.242	372.851	385.052	360.288	6953.959
2	346.749	350.558	0.866	376.504	382.759	389.264	361.004	7103.602
3	346.820	361.311	0.865	391.113	402.980	377.460	362.134	7405.523
4	347.265	368.985	0.864	404.735	474.994	304.270	373.061	13709.085
5	348.222	375.952	0.862	434.894	1129.897	568.276	385.788	17474.508
6	349.475	388.906	0.859	1006.678	1368.529	824.482	401.147	21058.430
7	350.976	404.297	0.855	1128.083	1553.429	672.211	418.411	23955.422
8	352.855	421.441	0.851	1217.924	1684.351	712.625	434.893	26107.270
9	354.471	439.552	0.847	1265.523	1747.360	739.058	455.857	27256.871
10	355.305	457.785	0.842	1262.515	1731.787	749.143	472.604	27184.047
11	356.064	475.048	0.838	1209.824	1538.908	742.811	489.719	25907.609
12	359.636	490.323	0.835	1101.328	1458.128	716.229	502.835	22317.711
13	360.821	502.705	0.832	958.077	1220.247	675.911	512.368	18915.121
14	361.551	508.739	0.830	551.530	570.455	530.025	508.830	10791.902
15	361.880	509.780	0.830	534.918	545.621	522.342	510.483	10434.262
16	361.752	510.666	0.830	525.854	533.834	518.764	511.121	10262.125

CHANNEL 3

AXIAL NODE	COOLANT VELOCITY (M/SEC)	COOLANT TEMPERATURE (DEG. C)	COOLANT DENSITY (KG/M ³)	FUEL AVERAGE TEMPERATURE (DEG. C)	FUEL CENTER TEMPERATURE (DEG. C)	FUEL SURFACE TEMPERATURE (DEG. C)	CLAD SURFACE TEMPERATURE (DEG. C)	ENERGY ACCUMULATED (CAL/GM-FUEL)
1	299.287	360.000	0.866	357.294	370.134	384.001	360.208	6913.883
2	299.430	360.517	0.866	373.134	378.081	387.421	360.876	7034.211
3	299.485	361.209	0.865	385.175	394.862	374.241	361.884	7282.554
4	299.889	368.093	0.864	402.604	422.902	492.653	372.701	12960.902
5	300.763	376.840	0.862	408.411	1053.508	580.811	385.807	16377.320
6	301.909	390.262	0.859	948.347	1273.022	606.217	401.826	19685.878
7	303.280	405.614	0.855	1055.929	1436.871	651.268	419.747	22237.770
8	304.820	424.683	0.850	1142.355	1583.350	690.241	439.106	24296.099
9	306.473	443.856	0.846	1191.851	1629.243	717.799	468.918	25473.531
10	308.155	463.147	0.841	1193.848	1621.139	730.232	478.011	25528.645
11	309.779	481.524	0.837	1153.988	1547.071	728.364	495.421	24574.023
12	311.231	497.799	0.833	1053.194	1378.318	705.008	509.582	22172.785
13	312.408	510.841	0.830	916.935	1144.762	664.858	519.783	18941.730
14	312.968	517.037	0.828	550.237	564.768	533.520	517.984	10762.047
15	313.050	517.949	0.828	536.239	544.163	527.083	518.475	10462.827
16	313.116	518.672	0.828	529.825	534.634	524.257	518.994	10325.531

CHANNEL 4

AXIAL NODE	COOLANT VELOCITY (M/SEC)	COOLANT TEMPERATURE (DEG. C)	COOLANT DENSITY (KG/M ³)	FUEL AVERAGE TEMPERATURE (DEG. C)	FUEL CENTER TEMPERATURE (DEG. C)	FUEL SURFACE TEMPERATURE (DEG. C)	CLAD SURFACE TEMPERATURE (DEG. C)	ENERGY ACCUMULATED (CAL/GM-FUEL)
1	69.970	360.000	0.866	367.819	371.811	363.277	360.200	6924.691
2	70.005	361.793	0.865	374.314	380.740	367.018	361.113	7058.445
3	70.045	363.900	0.865	384.657	395.395	372.506	364.427	7271.983
4	70.110	367.268	0.864	399.862	416.920	360.658	368.090	7546.926
5	70.204	372.134	0.863	417.100	440.227	390.406	373.261	7945.574
6	70.326	378.401	0.861	434.249	464.188	400.853	379.792	8303.895
7	70.470	385.798	0.860	449.895	484.748	411.351	387.389	8634.211
8	70.621	393.970	0.858	463.395	501.264	421.364	395.585	8916.211
9	70.799	402.508	0.856	473.526	512.452	430.338	404.280	9129.930
10	70.985	410.952	0.854	479.580	517.260	437.728	412.857	9257.879
11	71.123	418.855	0.852	480.990	515.058	443.049	420.405	9257.891
12	71.261	425.753	0.850	477.517	505.773	445.919	427.043	9214.266
13	71.371	431.234	0.849	469.817	490.734	446.314	432.202	9081.621
14	71.448	435.101	0.848	460.213	473.707	444.862	435.736	8849.145
15	71.493	437.564	0.847	453.050	461.320	443.867	437.558	8698.406
16	71.542	439.714	0.847	449.626	454.902	443.626	439.967	8626.437

TIME (SEC) 0.0

TEMPERATURE DISTRIBUTION IN FUEL

PAGE 8

CHANNEL 1

RADIAL NODE I	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	373.721	383.855	402.452	888.383	1107.906	1338.425	1524.900	1572.072	1754.760	1772.848
2	373.721	383.855	402.452	888.383	1107.906	1338.425	1524.900	1572.072	1754.760	1772.848
3	373.721	383.855	402.452	888.383	1107.906	1338.425	1524.900	1572.072	1754.760	1772.848
4	373.721	383.855	402.452	888.383	1107.906	1338.425	1524.900	1572.072	1754.760	1772.848
5	373.721	383.855	402.452	888.383	1107.906	1338.425	1524.900	1572.072	1754.760	1772.848
6	373.721	383.855	402.452	888.383	1107.906	1338.425	1524.900	1572.072	1754.760	1772.848
7	373.721	383.855	402.452	888.383	1107.906	1338.425	1524.900	1572.072	1754.760	1772.848
8	373.721	383.855	402.452	888.383	1107.906	1338.425	1524.900	1572.072	1754.760	1772.848
9	373.721	383.855	402.452	888.383	1107.906	1338.425	1524.900	1572.072	1754.760	1772.848
10	373.721	383.855	402.452	888.383	1107.906	1338.425	1524.900	1572.072	1754.760	1772.848
11	373.721	383.855	402.452	888.383	1107.906	1338.425	1524.900	1572.072	1754.760	1772.848
12	373.721	383.855	402.452	888.383	1107.906	1338.425	1524.900	1572.072	1754.760	1772.848
13	373.721	383.855	402.452	888.383	1107.906	1338.425	1524.900	1572.072	1754.760	1772.848
14	373.721	383.855	402.452	888.383	1107.906	1338.425	1524.900	1572.072	1754.760	1772.848
15	373.721	383.855	402.452	888.383	1107.906	1338.425	1524.900	1572.072	1754.760	1772.848

CHANNEL 1

RADIAL NODE I	11	12	13	14	15	16
1	1590.432	1509.032	1263.032	878.080	580.314	537.678
2	1590.432	1509.032	1263.032	878.080	580.314	537.678
3	1676.692	1497.297	1284.152	878.452	549.952	537.452
4	1639.800	1488.723	1230.433	873.826	549.022	536.552
5	1582.700	1417.142	1194.085	871.323	547.874	535.927
6	1506.946	1253.081	1146.361	868.020	546.562	534.706
7	1415.688	1274.780	1089.408	863.968	543.212	533.203
8	1304.204	1183.482	1021.230	859.201	540.542	531.431
9	1160.309	1080.738	948.989	853.748	537.348	529.397
10	1044.642	988.883	863.970	847.633	533.800	527.108
11	900.868	889.948	776.833	840.878	529.847	524.989
12	753.493	727.813	686.429	833.503	526.520	521.785
13	616.275	526.647	531.668	814.518	514.268	514.513
14	491.028	504.882	514.990	812.458	512.048	513.725
15	475.750	491.783	504.823	811.206	512.306	513.246

TIME (SEC) 0.0

TEMPERATURE DISTRIBUTION IN FUEL

PAGE 9

CHANNEL 2

RADIAL NODE I	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	372.851	382.789	402.880	874.994	1129.897	1368.529	1552.429	1684.351	1747.360	1731.787
2	372.851	382.789	402.880	874.994	1129.897	1368.529	1552.429	1684.351	1747.360	1731.787
3	372.851	382.789	402.880	874.994	1129.897	1368.529	1552.429	1684.351	1747.360	1731.787
4	372.851	382.789	402.880	874.994	1129.897	1368.529	1552.429	1684.351	1747.360	1731.787
5	372.851	382.789	402.880	874.994	1129.897	1368.529	1552.429	1684.351	1747.360	1731.787
6	372.851	382.789	402.880	874.994	1129.897	1368.529	1552.429	1684.351	1747.360	1731.787
7	372.851	382.789	402.880	874.994	1129.897	1368.529	1552.429	1684.351	1747.360	1731.787
8	372.851	382.789	402.880	874.994	1129.897	1368.529	1552.429	1684.351	1747.360	1731.787
9	372.851	382.789	402.880	874.994	1129.897	1368.529	1552.429	1684.351	1747.360	1731.787
10	372.851	382.789	402.880	874.994	1129.897	1368.529	1552.429	1684.351	1747.360	1731.787
11	372.851	382.789	402.880	874.994	1129.897	1368.529	1552.429	1684.351	1747.360	1731.787
12	372.851	382.789	402.880	874.994	1129.897	1368.529	1552.429	1684.351	1747.360	1731.787
13	372.851	382.789	402.880	874.994	1129.897	1368.529	1552.429	1684.351	1747.360	1731.787
14	372.851	382.789	402.880	874.994	1129.897	1368.529	1552.429	1684.351	1747.360	1731.787
15	372.851	382.789	402.880	874.994	1129.897	1368.529	1552.429	1684.351	1747.360	1731.787

CHANNEL 2

RADIAL NODE I	11	12	13	14	15	16
1	1638.909	1488.126	1220.247	870.465	545.821	533.834
2	1638.909	1488.126	1220.247	870.465	545.821	533.834
3	1625.634	1446.867	1211.542	869.888	545.484	533.622
4	1590.017	1416.735	1188.400	868.344	544.599	533.054
5	1534.969	1370.366	1165.003	866.967	542.229	532.179
6	1462.074	1309.313	1109.937	862.831	541.418	531.022
7	1372.534	1234.796	1055.220	858.982	539.193	529.599
8	1287.686	1148.070	991.836	854.463	536.572	527.921
9	1189.253	1050.854	920.850	849.272	533.866	526.994
10	1019.814	944.488	843.530	843.480	530.188	523.826
11	882.768	832.015	761.916	837.038	528.442	521.421
12	742.411	718.229	675.911	830.025	522.342	518.744
13	614.612	523.719	528.308	811.839	511.645	511.871
14	489.718	502.825	512.368	809.930	510.483	511.121
15	475.048	490.323	502.708	808.739	509.780	510.666

TIME (SEC) 0.0

PAGE 10

TEMPERATURE DISTRIBUTION IN FUEL

CHANNEL 3		AXIAL NODE J									
RADIAL NODE I	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	370.134	373.091	384.882	822.902	1083.506	1273.023	1436.671	1563.350	1629.243	1621.139	
2	370.134	373.091	384.882	822.902	1083.506	1273.023	1436.671	1563.350	1629.243	1621.139	
3	370.048	377.930	394.373	817.842	1048.461	1252.500	1424.833	1550.180	1615.662	1607.884	
4	369.816	377.529	393.599	803.638	1024.023	1236.405	1392.064	1518.795	1579.226	1572.328	
5	369.462	376.909	392.406	782.266	991.280	1191.354	1342.142	1460.212	1522.928	1517.400	
6	368.992	376.090	390.831	754.439	948.599	1135.019	1276.507	1388.169	1448.408	1444.712	
7	368.414	375.083	388.838	720.887	897.110	1068.033	1196.587	1300.007	1356.939	1355.804	
8	367.730	373.895	386.614	682.301	827.926	988.073	1103.908	1197.226	1248.947	1251.136	
9	366.948	372.531	384.000	639.386	772.283	860.448	1000.343	1081.791	1129.368	1133.435	
10	366.062	370.999	381.081	592.898	701.461	809.984	928.288	988.359	997.883	1004.951	
11	365.080	369.291	377.905	543.858	627.062	706.998	824.411	859.188	889.111	889.111	
12	364.001	367.421	374.241	492.853	550.811	606.217	681.268	690.241	717.799	730.232	
13	360.816	361.580	363.214	385.434	403.172	423.094	443.552	464.609	484.888	503.032	
14	360.208	360.876	361.888	372.701	385.807	401.826	419.747	439.106	458.918	478.011	
15	360.000	360.517	361.209	368.093	376.640	390.362	406.614	424.683	443.668	463.147	

CHANNEL 3		AXIAL NODE J					
RADIAL NODE I	11	12	13	14	15	16	
1	1547.071	1376.318	1148.782	664.768	544.163	534.634	
2	1547.071	1376.318	1148.782	664.768	544.163	534.634	
3	1534.778	1368.054	1141.320	664.324	543.922	534.488	
4	1501.841	1328.810	1121.457	653.135	543.277	534.097	
5	1481.053	1296.445	1091.032	641.306	542.282	533.495	
6	1384.008	1241.039	1051.200	628.891	540.989	532.698	
7	1301.938	1173.850	1002.889	615.924	539.383	531.719	
8	1206.161	1098.182	946.898	602.430	537.448	530.862	
9	1098.342	1007.268	884.197	588.428	535.282	529.238	
10	980.711	911.490	818.802	574.934	532.803	527.740	
11	858.180	809.914	742.802	561.960	530.074	526.079	
12	728.264	705.008	668.858	553.820	527.083	524.287	
13	618.305	628.641	634.081	549.500	519.314	519.807	
14	493.421	508.582	519.783	543.984	518.478	518.994	
15	481.624	497.799	510.841	547.037	517.949	518.672	

TIME (SEC) 0.0

PAGE 11

TEMPERATURE DISTRIBUTION IN FUEL

CHANNEL 4		AXIAL NODE J									
RADIAL NODE I	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	371.811	380.740	395.396	416.920	440.927	464.385	484.748	501.264	512.462	517.280	
2	371.811	380.740	395.396	416.920	440.927	464.385	484.748	501.264	512.462	517.280	
3	371.690	380.544	395.066	416.397	440.192	463.259	483.668	500.085	511.239	516.088	
4	371.268	380.025	394.198	415.008	438.283	460.800	480.805	498.989	508.025	512.980	
5	370.874	379.228	392.851	412.378	435.254	457.031	478.419	492.173	503.104	508.220	
6	370.220	378.195	391.097	410.068	431.317	452.072	470.553	485.683	495.636	501.964	
7	369.418	376.879	388.930	406.618	428.493	446.002	462.600	478.194	488.731	494.315	
8	368.466	375.351	386.375	402.860	420.825	438.682	456.335	469.189	479.475	485.364	
9	367.375	373.595	382.446	397.918	414.351	430.782	448.921	468.938	488.939	475.181	
10	366.148	371.619	380.152	392.705	407.103	421.687	438.415	447.507	467.193	463.771	
11	364.778	369.425	376.503	385.946	399.111	411.703	423.873	434.961	444.304	451.276	
12	363.277	367.018	372.806	380.885	390.408	400.853	411.351	421.364	430.328	437.728	
13	360.537	362.650	365.310	369.459	375.122	382.069	389.967	398.423	407.026	415.512	
14	360.200	362.113	364.427	368.090	373.261	379.792	387.389	395.485	404.260	412.657	
15	360.000	361.793	363.900	367.268	372.124	378.401	385.798	393.970	402.608	410.962	

CHANNEL 4		AXIAL NODE J					
RADIAL NODE I	11	12	13	14	15	16	
1	515.058	505.773	490.724	473.707	461.320	454.902	
2	515.058	505.773	490.724	473.707	461.320	454.902	
3	514.001	504.900	490.081	473.294	461.068	454.741	
4	511.198	502.684	488.376	472.199	460.400	454.315	
5	508.904	499.034	485.780	470.518	459.373	453.662	
6	501.284	494.361	482.317	468.300	458.016	452.795	
7	494.345	488.607	478.064	465.576	456.348	451.738	
8	488.243	481.916	472.111	462.366	454.381	450.479	
9	477.006	474.244	467.423	458.687	452.123	448.037	
10	468.696	465.862	461.045	454.552	449.581	447.412	
11	465.368	462.207	454.001	449.973	446.760	445.607	
12	443.049	443.919	446.314	444.942	443.667	443.626	
13	422.791	429.024	433.678	436.899	438.553	440.348	
14	420.409	427.043	432.202	435.736	437.988	439.967	
15	418.865	425.753	431.234	435.101	437.664	439.714	

NUCLEAR TRANSIENT

Table with 13 columns: NO., TIME (SEC), POWER (MW), ENERGY (MWS), PERIOD (1/SEC), TOTAL REACTIVITY (DOLLARS), FEED BACK REACTIVITY (DOLLARS), DOPPLER REACTIVITY (DOLLARS), FUEL TEMP. REACTIVITY (DOLLARS), CLAD TEMP. REACTIVITY (DOLLARS), COOL. TEMP. REACTIVITY (DOLLARS), WRAP. TEMP. REACTIVITY (DOLLARS). Rows 0-39.

MINOR EDIT (1)

Table with 10 columns: TIME (SEC), POWER (MW), TOTAL REACTIVITY (DOLLARS), INSERTED REACTIVITY (DOLLARS), FEED BACK REACTIVITY (DOLLARS), DOPPLER REACTIVITY (DOLLARS), CLAD EXPAN. REACTIVITY (DOLLARS), COOLANT TEMP REACTIVITY (DOLLARS), FUEL TEMP. REACTIVITY (DOLLARS), WRAPPER TUBE REACTIVITY (DOLLARS). Rows 0-39.

MINOR EDIT (2)

TIME (SEC)	SERAN REACTIVITY (DOLLARS)	CHAN. MAX FUEL TEMP. (DEG. C)	CHAN. MAX FUEL TEMP. (DEG. C)	CHAN. MAX FUEL TEMP. (DEG. C)	CHAN. MAX FUEL TEMP. (DEG. C)	CHAN. AVE. FUEL TEMP. (DEG. C)	CHAN. AVE. FUEL TEMP. (DEG. C)	CHAN. AVE. FUEL TEMP. (DEG. C)	CHAN. AVE. FUEL TEMP. (DEG. C)
0.01000	0.0	1.77285E+03	1.74736E+03	1.62924E+03	5.17260E+02	8.46829E+02	8.41795E+02	8.05398E+02	4.39800E+02
0.02000	0.0	1.77285E+03	1.74736E+03	1.62925E+03	5.17260E+02	8.46830E+02	8.41795E+02	8.05399E+02	4.39800E+02
0.03000	0.0	1.77285E+03	1.74736E+03	1.62925E+03	5.17260E+02	8.46831E+02	8.41795E+02	8.05399E+02	4.39800E+02
0.04000	0.0	1.77286E+03	1.74737E+03	1.62925E+03	5.17261E+02	8.46833E+02	8.41800E+02	8.05401E+02	4.39801E+02
0.05000	0.0	1.77286E+03	1.74737E+03	1.62926E+03	5.17261E+02	8.46836E+02	8.41802E+02	8.05404E+02	4.39801E+02
0.06000	0.0	1.77287E+03	1.74737E+03	1.62926E+03	5.17261E+02	8.46840E+02	8.41805E+02	8.05407E+02	4.39801E+02
0.07000	0.0	1.77287E+03	1.74738E+03	1.62927E+03	5.17261E+02	8.46844E+02	8.41810E+02	8.05411E+02	4.39801E+02
0.08000	0.0	1.77288E+03	1.74739E+03	1.62927E+03	5.17262E+02	8.46849E+02	8.41814E+02	8.05415E+02	4.39801E+02
0.09000	0.0	1.77288E+03	1.74740E+03	1.62928E+03	5.17262E+02	8.46855E+02	8.41821E+02	8.05421E+02	4.39801E+02
0.10000	0.0	1.77289E+03	1.74740E+03	1.62928E+03	5.17262E+02	8.46862E+02	8.41827E+02	8.05426E+02	4.39802E+02
0.11000	0.0	1.77290E+03	1.74741E+03	1.62930E+03	5.17263E+02	8.46868E+02	8.41833E+02	8.05433E+02	4.39802E+02
0.12000	0.0	1.77291E+03	1.74742E+03	1.62931E+03	5.17263E+02	8.46876E+02	8.41842E+02	8.05440E+02	4.39802E+02
0.13000	0.0	1.77292E+03	1.74743E+03	1.62932E+03	5.17264E+02	8.46885E+02	8.41850E+02	8.05448E+02	4.39802E+02
0.14000	0.0	1.77293E+03	1.74744E+03	1.62933E+03	5.17265E+02	8.46894E+02	8.41860E+02	8.05457E+02	4.39803E+02
0.15000	0.0	1.77295E+03	1.74746E+03	1.62934E+03	5.17266E+02	8.46904E+02	8.41868E+02	8.05466E+02	4.39803E+02
0.16000	0.0	1.77296E+03	1.74747E+03	1.62935E+03	5.17266E+02	8.46913E+02	8.41879E+02	8.05475E+02	4.39804E+02
0.17000	0.0	1.77297E+03	1.74748E+03	1.62936E+03	5.17267E+02	8.46922E+02	8.41889E+02	8.05484E+02	4.39804E+02
0.18000	0.0	1.77299E+03	1.74750E+03	1.62938E+03	5.17268E+02	8.46935E+02	8.41900E+02	8.05495E+02	4.39805E+02
0.19000	0.0	1.77300E+03	1.74751E+03	1.62939E+03	5.17269E+02	8.46948E+02	8.41912E+02	8.05506E+02	4.39805E+02
0.20000	0.0	1.77302E+03	1.74753E+03	1.62941E+03	5.17270E+02	8.46960E+02	8.41925E+02	8.05517E+02	4.39806E+02

MINOR EDIT (3)

TIME (SEC)	COOLANT TEMPERATURE (DEG. C)	COOLANT TEMPERATURE (DEG. C)	COOLANT TEMPERATURE (DEG. C)	COOLANT TEMPERATURE (DEG. C)	COOLANT TEMPERATURE (DEG. C)	COOLANT TEMPERATURE (DEG. C)	COOLANT TEMPERATURE (DEG. C)	COOLANT TEMPERATURE (DEG. C)
0.01000	3.60000E+02	3.60000E+02	3.60000E+02	3.60000E+02	5.13245E+02	5.10666E+02	5.18672E+02	4.39714E+02
0.02000	3.60000E+02	3.60000E+02	3.60000E+02	3.60000E+02	5.13255E+02	5.10674E+02	5.18678E+02	4.39716E+02
0.03000	3.60000E+02	3.60000E+02	3.60000E+02	3.60000E+02	5.13260E+02	5.10680E+02	5.18683E+02	4.39717E+02
0.04000	3.60000E+02	3.60000E+02	3.60000E+02	3.60000E+02	5.13269E+02	5.10689E+02	5.18689E+02	4.39719E+02
0.05000	3.60000E+02	3.60000E+02	3.60000E+02	3.60000E+02	5.13282E+02	5.10701E+02	5.18697E+02	4.39720E+02
0.06000	3.60000E+02	3.60000E+02	3.60000E+02	3.60000E+02	5.13299E+02	5.10718E+02	5.18708E+02	4.39721E+02
0.07000	3.60000E+02	3.60000E+02	3.60000E+02	3.60000E+02	5.13320E+02	5.10737E+02	5.18722E+02	4.39722E+02
0.08000	3.60000E+02	3.60000E+02	3.60000E+02	3.60000E+02	5.13348E+02	5.10761E+02	5.18740E+02	4.39723E+02
0.09000	3.60000E+02	3.60000E+02	3.60000E+02	3.60000E+02	5.13377E+02	5.10791E+02	5.18761E+02	4.39724E+02
0.10000	3.60000E+02	3.60000E+02	3.60000E+02	3.60000E+02	5.13413E+02	5.10825E+02	5.18786E+02	4.39725E+02
0.11000	3.60000E+02	3.60000E+02	3.60000E+02	3.60000E+02	5.13454E+02	5.10864E+02	5.18815E+02	4.39726E+02
0.12000	3.60000E+02	3.60000E+02	3.60000E+02	3.60000E+02	5.13499E+02	5.10907E+02	5.18848E+02	4.39727E+02
0.13000	3.60000E+02	3.60000E+02	3.60000E+02	3.60000E+02	5.13548E+02	5.10954E+02	5.18884E+02	4.39728E+02
0.14000	3.60000E+02	3.60000E+02	3.60000E+02	3.60000E+02	5.13602E+02	5.11005E+02	5.18924E+02	4.39729E+02
0.15000	3.60000E+02	3.60000E+02	3.60000E+02	3.60000E+02	5.13562E+02	5.11059E+02	5.18967E+02	4.39731E+02
0.16000	3.60000E+02	3.60000E+02	3.60000E+02	3.60000E+02	5.13719E+02	5.11116E+02	5.19013E+02	4.39732E+02
0.17000	3.60000E+02	3.60000E+02	3.60000E+02	3.60000E+02	5.13781E+02	5.11177E+02	5.19062E+02	4.39733E+02
0.18000	3.60000E+02	3.60000E+02	3.60000E+02	3.60000E+02	5.13847E+02	5.11239E+02	5.19114E+02	4.39734E+02
0.19000	3.60000E+02	3.60000E+02	3.60000E+02	3.60000E+02	5.13915E+02	5.11304E+02	5.19169E+02	4.39735E+02
0.20000	3.60000E+02	3.60000E+02	3.60000E+02	3.60000E+02	5.13985E+02	5.11371E+02	5.19226E+02	4.39737E+02

MINOR EDIT (2)

TIME [SEC]	SCRAM REACTIVITY [DOLLARS]	CHAN. MAX FUEL TEMP. [DEG. C]	CHAN. MAX FUEL TEMP. [DEG. C]	CHAN. MAX FUEL TEMP. [DEG. C]	CHAN. MAX FUEL TEMP. [DEG. C]	CHAN. AVE. FUEL TEMP. [DEG. C]	CHAN. AVE. FUEL TEMP. [DEG. C]	CHAN. AVE. FUEL TEMP. [DEG. C]	CHAN. AVE. FUEL TEMP. [DEG. C]
5.81901	0.0	1.97215E+03	1.87078E+03	1.72843E+03	5.24325E+02	9.26649E+02	8.91656E+02	8.43408E+02	4.43354E+02
5.82901	0.0	1.97266E+03	1.87105E+03	1.72853E+03	5.24341E+02	9.26836E+02	8.91759E+02	8.43380E+02	4.43362E+02
5.83901	0.0	1.97316E+03	1.87132E+03	1.72863E+03	5.24358E+02	9.27022E+02	8.91862E+02	8.43352E+02	4.43369E+02
5.84901	0.0	1.97367E+03	1.87159E+03	1.72872E+03	5.24374E+02	9.27208E+02	8.91963E+02	8.43325E+02	4.43377E+02
5.85901	0.0	1.97417E+03	1.87186E+03	1.72882E+03	5.24390E+02	9.27394E+02	8.92066E+02	8.43298E+02	4.43385E+02
5.86900	0.0	1.97467E+03	1.87213E+03	1.72891E+03	5.24405E+02	9.27580E+02	8.92168E+02	8.43270E+02	4.43393E+02
5.87900	0.0	1.97518E+03	1.87240E+03	1.72901E+03	5.24421E+02	9.27766E+02	8.92271E+02	8.43242E+02	4.43401E+02
5.88900	0.0	1.97568E+03	1.87267E+03	1.72911E+03	5.24436E+02	9.27951E+02	8.92373E+02	8.43214E+02	4.43409E+02
5.89900	0.0	1.97618E+03	1.87294E+03	1.72920E+03	5.24452E+02	9.28136E+02	8.92476E+02	8.43186E+02	4.43417E+02
5.90900	0.0	1.97669E+03	1.87321E+03	1.72930E+03	5.24467E+02	9.28322E+02	8.92577E+02	8.43158E+02	4.43424E+02
5.91900	0.0	1.97719E+03	1.87348E+03	1.72940E+03	5.24482E+02	9.28508E+02	8.92680E+02	8.43130E+02	4.43432E+02
5.92899	0.0	1.97769E+03	1.87375E+03	1.72950E+03	5.24497E+02	9.28694E+02	8.92782E+02	8.43102E+02	4.43440E+02
5.93899	0.0	1.97819E+03	1.87402E+03	1.72960E+03	5.24512E+02	9.28879E+02	8.92885E+02	8.43074E+02	4.43448E+02
5.94899	-2.35933E-02	1.97869E+03	1.87429E+03	1.72970E+03	5.24527E+02	9.29064E+02	8.92988E+02	8.43046E+02	4.43456E+02
5.95899	-4.75469E-02	1.97919E+03	1.87456E+03	1.72980E+03	5.24542E+02	9.29249E+02	8.93091E+02	8.43018E+02	4.43464E+02
5.96899	-7.14005E-02	1.97969E+03	1.87483E+03	1.72990E+03	5.24557E+02	9.29434E+02	8.93194E+02	8.42990E+02	4.43472E+02
5.97899	-9.52542E-02	1.97999E+03	1.87484E+03	1.72990E+03	5.24557E+02	9.29312E+02	8.93021E+02	8.42952E+02	4.43462E+02
5.98899	-1.19105E-01	1.97991E+03	1.87465E+03	1.72981E+03	5.24558E+02	9.29334E+02	8.92978E+02	8.42947E+02	4.43460E+02
5.99899	-1.42962E-01	1.98008E+03	1.87463E+03	1.72980E+03	5.24558E+02	9.29324E+02	8.92966E+02	8.42943E+02	4.43458E+02
7.00899	-1.68815E-01	1.98020E+03	1.87465E+03	1.72790E+03	5.24550E+02	9.29285E+02	8.92807E+02	8.42844E+02	4.43451E+02

MINOR EDIT (3)

TIME [SEC]	COOLANT TEMPERATURE [DEG. C]	COOLANT TEMPERATURE [DEG. C]	COOLANT TEMPERATURE [DEG. C]	COOLANT TEMPERATURE [DEG. C]	COOLANT TEMPERATURE [DEG. C]	COOLANT TEMPERATURE [DEG. C]	COOLANT TEMPERATURE [DEG. C]	COOLANT TEMPERATURE [DEG. C]	COOLANT TEMPERATURE [DEG. C]
5.81901	3.60000E+02	3.60000E+02	3.60000E+02	3.60000E+02	3.60000E+02	5.40024E+02	5.28647E+02	5.34907E+02	4.42471E+02
5.82901	3.60000E+02	3.60000E+02	3.60000E+02	3.60000E+02	3.60000E+02	5.40042E+02	5.28674E+02	5.34930E+02	4.42478E+02
5.83901	3.60000E+02	3.60000E+02	3.60000E+02	3.60000E+02	3.60000E+02	5.40144E+02	5.28709E+02	5.34954E+02	4.42484E+02
5.84901	3.60000E+02	3.60000E+02	3.60000E+02	3.60000E+02	3.60000E+02	5.40203E+02	5.28740E+02	5.34978E+02	4.42490E+02
5.85901	3.60000E+02	3.60000E+02	3.60000E+02	3.60000E+02	3.60000E+02	5.40263E+02	5.28770E+02	5.35001E+02	4.42497E+02
5.86900	3.60000E+02	3.60000E+02	3.60000E+02	3.60000E+02	3.60000E+02	5.40323E+02	5.28801E+02	5.35025E+02	4.42504E+02
5.87900	3.60000E+02	3.60000E+02	3.60000E+02	3.60000E+02	3.60000E+02	5.40382E+02	5.28832E+02	5.35049E+02	4.42510E+02
5.88900	3.60000E+02	3.60000E+02	3.60000E+02	3.60000E+02	3.60000E+02	5.40442E+02	5.28863E+02	5.35073E+02	4.42517E+02
5.89900	3.60000E+02	3.60000E+02	3.60000E+02	3.60000E+02	3.60000E+02	5.40501E+02	5.28894E+02	5.35097E+02	4.42523E+02
5.90900	3.60000E+02	3.60000E+02	3.60000E+02	3.60000E+02	3.60000E+02	5.40561E+02	5.28925E+02	5.35121E+02	4.42530E+02
5.91900	3.60000E+02	3.60000E+02	3.60000E+02	3.60000E+02	3.60000E+02	5.40620E+02	5.28956E+02	5.35145E+02	4.42537E+02
5.92899	3.60000E+02	3.60000E+02	3.60000E+02	3.60000E+02	3.60000E+02	5.40679E+02	5.28987E+02	5.35168E+02	4.42543E+02
5.93899	3.60000E+02	3.60000E+02	3.60000E+02	3.60000E+02	3.60000E+02	5.40738E+02	5.29017E+02	5.35192E+02	4.42550E+02
5.94899	3.60000E+02	3.60000E+02	3.60000E+02	3.60000E+02	3.60000E+02	5.40798E+02	5.29048E+02	5.35215E+02	4.42557E+02
5.95899	3.60000E+02	3.60000E+02	3.60000E+02	3.60000E+02	3.60000E+02	5.40857E+02	5.29078E+02	5.35240E+02	4.42563E+02
5.96899	3.60000E+02	3.60000E+02	3.60000E+02	3.60000E+02	3.60000E+02	5.40916E+02	5.29109E+02	5.35264E+02	4.42570E+02
5.97899	3.60000E+02	3.60000E+02	3.60000E+02	3.60000E+02	3.60000E+02	5.40974E+02	5.29140E+02	5.35288E+02	4.42576E+02
5.98899	3.60000E+02	3.60000E+02	3.60000E+02	3.60000E+02	3.60000E+02	5.41033E+02	5.29170E+02	5.35312E+02	4.42583E+02
5.99899	3.60000E+02	3.60000E+02	3.60000E+02	3.60000E+02	3.60000E+02	5.41092E+02	5.29201E+02	5.35336E+02	4.42590E+02
7.00899	3.60000E+02	3.60000E+02	3.60000E+02	3.60000E+02	3.60000E+02	5.41150E+02	5.29232E+02	5.35359E+02	4.42596E+02

付録. 3 動特性方程式の数値解法
燃料体内温度分布計算についての
EUREKAマニュアル⁽¹⁾よりの抜粋

2.4.3 動特性方程式

サブルーチン AIREKA で取りあつかう微分方程式の基本型は

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{dN(t)}{dt} = \frac{\rho(t) - \beta}{\ell} N(t) + \sum_i \lambda_i C_i(t) + S_0 \\ \frac{dC_i(t)}{dt} = \frac{\beta f_i}{\ell} N(t) - \lambda_i C_i(t) \quad (i=1, \dots, 6) \\ \frac{dE(t)}{dt} = N(t) \end{array} \right. \quad (24-1)$$

$$\left. \begin{array}{l} \frac{dC_i(t)}{dt} = \frac{\beta f_i}{\ell} N(t) - \lambda_i C_i(t) \quad (i=1, \dots, 6) \end{array} \right\} \quad (24-2)$$

$$\left. \begin{array}{l} \frac{dE(t)}{dt} = N(t) \end{array} \right\} \quad (24-3)$$

t : 時刻

$N(t)$: 中性子密度

$C_i(t)$: 第 i 組の遅発中性子先行核密度

$\rho(t)$: 反応度

β : 遅発中性子割合

f_i : β_i / β

β_i : 第 i 組の遅発中性子割合

ℓ : 中性子寿命

λ_i : 第 i 組の遅発中性子先行核の崩壊定数

S_0 : 中性子源密度

$E(t)$: $\int_0^t N(t) dt$

(24-1) および (24-2) 式を次の関係を用いて書きかえる。

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{\rho(t)}{\beta} = r(t) \\ \frac{\ell \lambda_i}{\beta f_i} C_i(t) = W_i(t) \\ \frac{\ell}{\beta} S_0 = S^* \end{array} \right. \quad (24-4)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{dN(t)}{dt} = \frac{\beta}{\ell} \{ (r(t) - 1.0) N(t) + \sum_i f_i W_i(t) + S^* \} \end{array} \right. \quad (24-5)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{dW_i(t)}{dt} = \lambda_i N(t) - \lambda_i W_i(t) \end{array} \right. \quad (24-6)$$

(24-3) および (24-6) 式をまとめて次の形にする。

$$\frac{dF_j(t)}{dt} = A_j N(t) + B_j F_j(t) \quad (24-7)$$

したがってこのコードでは(24-5)および(24-7)式の連立微分方程式を解けばよいことになる。

2.4.4 数値計算法

係数が独立変数の関数となつている次の微分方程式を解くことを考える。

$$\frac{dV(t)}{dt} + p(t)V(t) = q(t) \tag{24-8}$$

形式的に(24-8)式の解を求めると

$$\begin{aligned} V(t_1+u) &= e^{-\int_{t_1}^{t_1+u} p(t') dt'} \left[\int_{t_1}^{t_1+u} e^{\int_{t_1}^s p(t') dt'} q(s) ds + V(t_1) \right] \\ &= V(t_1) e^{-\int_{t_1}^{t_1+u} p(t') dt'} + \int_{t_1}^{t_1+u} e^{-\int_{t_1+u}^s p(t') dt'} q(s) ds \end{aligned}$$

$S = t_1 + \xi$ とおき上式を変形すると

$$V(t_1+u) = V(t_1) e^{Q(0)} + \int_0^u e^{Q(\xi)} q(t_1+\xi) d\xi \tag{24-9}$$

ここに

$$Q(\xi) = e^{-\int_{t_1+\xi}^{t_1+u} p(t') dt'}$$

したがって(24-9)式の右辺を計算することにより(24-8)式の解を求めることが、この場合 $p(t)$ が定数でない場合には、 $Q(\xi)$ およびこれを含んだ積分の逆行に困難がある。そこで(24-8)式を次式の形に変える。

$$\frac{dV(t)}{dt} = \alpha \cdot V(t) + R(V, t) \tag{24-10}$$

ここに α は $p(t)$ の定数部分である。

(24-10)式の解は形式的に

$$\begin{aligned} V(t_1+u) &= V(t_1) e^{\alpha u} + \int_0^u R(V, t_1+\xi) e^{\alpha(u-\xi)} d\xi \\ &= V(t_1) + \int_0^u [\alpha \cdot V(t_1) + R(V, t_1+\xi)] e^{\alpha(u-\xi)} d\xi \end{aligned}$$

$\xi = u\eta$ とおき上式を変形すると

$$V(t_1+u) = V(t_1) + u \int_0^1 [\alpha \cdot V(t_1) + R(V, t_1+u\eta)] e^{\alpha u(1-\eta)} d\eta \tag{24-11}$$

したがって(24-11)式の右辺を計算することにより(24-8)式の解を求めることが

できる。

次に (24-11) 式の右辺の数値計算の手順を述べる。

$$\textcircled{1} \quad u = \frac{1}{2} h$$

$$V^{(0)} = V(t_1)$$

$$R^{(0)} = R(V^{(0)}, t_1)$$

とおき R は区間 $(t_1, t_1 + \frac{1}{2}h)$ では $R^{(0)}$ に等しくとり、 $V(t_1 + \frac{1}{2}h)$ の第 1 近似値 $V^{(1)}$ を求める。

$$R(V, t_1 + u\eta) = R^{(0)}$$

$$\begin{aligned} V^{(1)} &= V^{(0)} + \frac{1}{2}h \int_0^1 [\alpha \cdot V^{(0)} + R^{(0)}] e^{\frac{1}{2}\alpha h(1-\eta)} d\eta \\ &= V^{(0)} + \delta_1 \end{aligned}$$

ここに

$$\delta_1 = \frac{1}{2}h C_1\left(\frac{1}{2}\alpha h\right) [\alpha \cdot V^{(0)} + R^{(0)}]$$

$$C_1(x) = \int_0^1 e^{x(1-\eta)} d\eta$$

$$\textcircled{2} \quad R^{(1)} = R(V^{(1)}, t_1 + \frac{1}{2}h)$$

$$u = \frac{1}{2} h$$

とおき、 R は区間 $(t_1, t_1 + \frac{1}{2}h)$ で 2 点 $(t_1, R^{(0)})$ 、 $(t_1 + \frac{1}{2}h, R^{(1)})$ を通る直線にそつて変化するとし $V(t_1 + \frac{1}{2}h)$ の第 2 近似値 $V^{(2)}$ を求める。

$$R(V, t_1 + u\eta) = R^{(0)} + (R^{(1)} - R^{(0)})\eta$$

$$\begin{aligned} V^{(2)} &= V^{(0)} + \frac{1}{2}h \int_0^1 [\alpha \cdot V^{(0)} + R^{(0)} + (R^{(1)} - R^{(0)})\eta] e^{\frac{1}{2}\alpha h(1-\eta)} d\eta \\ &= V^{(0)} + \delta_1 + \delta_2 \\ &= V^{(1)} + \delta_2 \end{aligned}$$

ここに

$$\delta_2 = \frac{1}{2}h C_2\left(\frac{1}{2}\alpha h\right) (R^{(1)} - R^{(0)})$$

$$C_2(x) = \int_0^1 \eta e^{x(1-\eta)} d\eta$$

$$\textcircled{3} \quad R^{(2)} = R(V^{(2)}, t_1 + \frac{1}{2}h)$$

$$u = h$$

とおき、 R は区間 (t_1, t_1+h) で2点 $(t_1, R^{(0)})$, $(t_1 + \frac{1}{2}h, R^{(2)})$ を通る直線にそつて変化するとし、 $V(t_1+h)$ の第1近似値 $V^{(3)}$ を求める。

$$R(V, t_1 + u\eta) = R^{(0)} + 2(R^{(2)} - R^{(0)})\eta$$

$$V^{(3)} = V^{(0)} + h \int_0^1 (\alpha V^{(0)} + R^{(0)} + 2(R^{(2)} - R^{(0)})\eta) e^{\alpha h(1-\eta)} d\eta$$

$$= V^{(0)} + \delta_3$$

ここに

$$\delta_3 = hC_1(\alpha h) (\alpha V^{(0)} + R^{(0)}) + 2hC_2(\alpha h) (R^{(2)} - R^{(0)})$$

$$\textcircled{4} \quad R^{(3)} = R(V^{(3)}, t_1+h)$$

$$u = h$$

とおき、 R は区間 (t_1, t_1+h) で3点 $(t_1, R^{(0)})$, $(t_1 + \frac{1}{2}h, R^{(2)})$; $(t_1+h, R^{(3)})$ を通る2次曲線にそつて変化するとし、 $V(t_1+h)$ の第2近似値 $V^{(4)}$ を求める。

$$R(V, t_1 + u\eta) = R^{(0)} + 2(R^{(2)} - R^{(0)})\eta + (R^{(0)} - 2R^{(2)} + R^{(3)})(2\eta^2 - \eta)$$

$$V^{(4)} = V^{(0)} + h \int_0^1 (\alpha V^{(0)} + R^{(0)} + 2(R^{(2)} - R^{(0)})\eta + (R^{(0)} - 2R^{(2)} + R^{(3)})(2\eta^2 - \eta)) e^{\alpha h(1-\eta)} d\eta$$

$$= V^{(0)} + \delta_3 + \delta_4$$

$$= V^{(3)} + \delta_4$$

ここに

$$\delta_4 = h(2C_3(\alpha h) - C_2(\alpha h))(R^{(0)} - 2R^{(2)} + R^{(3)})$$

$$C_3(x) = \int_0^1 \eta^2 e^{x(1-\eta)} d\eta$$

以上①②③④の手順をたどることにより、(24-10)式の解を求めることができる。

次に前述の2.4.3に示した特性方程式(24-5)および(24-6)式と数値計算の基本型(24-10)式との対応について述べる。

(24-5)式を変形すると

$$\frac{dN(t)}{dt} = \frac{\beta}{\ell} [r(t_1) - 1.0] N(t) + \frac{\beta}{\ell} [(r(t) - r(t_1)) N(t) + \sum_{i=1}^n f_i W_i(t) + S^*]$$

$$= \alpha \cdot N(t) + R \quad (24-12)$$

ここに

$$\alpha = \frac{\beta}{\ell} (r(t_1) - 1.0)$$

$$R = \frac{\beta}{\ell} [(r(t) - r(t_1))N(t) + \sum_1 f_1 W_1(t) + S^*]$$

(24-5)式を(24-12)式の様に変形すると $N(t)$ の係数 α は定数となり、数値計算が可能となる。(24-6)式はもともとフィードバック係数が定数なので数値計算は可能である。

2.2.2 燃料体内温度分布計算

定常状態における燃料体内温度分布計算は次のように行なう。

$$Z_{jk} \int_0^{r_1} 2\pi r \cdot q(r) \cdot dr = -(2\pi r_1 Z_{jk}) \cdot K_1(T) \cdot \frac{dT}{dr} \quad (22-5)$$

また、

$$Z_{jk} \int_0^{r_c} 2\pi r \cdot q(r) \cdot dr = \frac{P_{jk} \cdot (\pi r_c^2 Z_{jk})}{\Delta V_{jk}} \times \left(\frac{r_{cell}^2}{r_c^2} \right) = Q_{jk} \quad (22-6)$$

- Z ; 領域 J, K における燃料長さ
- r ; 燃料体内の任意半径
- r_{cell} ; 燃料棒ユニットセル半径
- r_c ; 燃料棒クラッド外径
- q(r) ; 半径 r の点における単位体積当りの発熱量
- K ; 熱伝導度
- T ; 温度
- Q ; J, K 領域における燃料棒 1 本当りの発熱量

$$\text{いま, } q(r) = \bar{q} \cdot \eta(r) \quad (22-7)$$

- \bar{q} ; 燃料体内平均発熱量
- $\eta(r)$; 半径 r の点における発熱比率

として(22-5)式を解くと

$$\begin{aligned} 2\pi q \int_0^{r_1} r \cdot \eta(r) dr &= 2\pi q \left[\int_0^{r_c} r \cdot \eta(r) \cdot dr - \int_{r_1}^{r_c} r \cdot \eta(r) \cdot dr \right] \\ &= \frac{Q}{Z} - 2\pi q \int_{r_1}^{r_c} r \cdot \eta(r) \cdot dr \\ &= -(2\pi r_1) \cdot K_1(T) \cdot \frac{dT}{dr} \end{aligned} \quad (22-8)$$

$$\frac{dT}{dr} = \frac{1}{2\pi r_1 K_1(T)} \left[2\pi q \int_{r_1}^{r_c} \eta(r) r dr - \frac{Q}{Z} \right] \quad (22-9)$$

(22-9)式を階差式にすれば、

$$T_{i-1} = T_i + \frac{(r_i - r_{i-1})}{2\pi r_1 k_1(T)} \cdot \frac{Q}{Z} - \frac{q \sum_{l=i}^{l_{\max}} (r_l - r_{l-1}) r_l \eta(r_l)}{r_1 k_1(T)} \quad (22-10)$$

したがって、初期条件として、前節で得られたクラッド表面温度 T_0 ($r = r_0$ において)を与えれば、燃料体温度は順次計算し得る。

なお、ペレットとクラッドの間の、ギャップ熱伝達係数は、ギャップ平均温度とギャップ巾の函数ⁿ⁾としてコード内で計算し(2.2.5参照)、ペレット外壁とクラッド内壁の温度を(22-11)式で計算して求めた。

$$T_0 = T_{0+1} + Q' / (2\pi r_0 \cdot Z \cdot H_0) \quad (22-11)$$

ここで

- T_0 ; ペレット外壁温度
- T_{0+1} ; クラッド内壁温度
- r_0 ; ペレット半径
- Z ; 領域長さ
- H_0 ; ギャップ熱伝達率
- Q' ; ペレット内発熱量

2.8 非定常状態の燃料体内温度分布計算

2.8.1 サブルーチンFFTEMPの特徴

このサブルーチンは、過渡的状態における燃料体内の温度分布を計算するために、過渡的溫度分布計算コードARGUS²³⁾の手法を用いて作成されたものである。

基本式は、一般に使用されている熱伝導方程式を円筒形状一次元熱伝導式に置換したものである。したがって、熱伝導は、半径方向にのみ考え、軸方向については冷却材の流れによる熱移動のみを考えている。このような仮定のもとに、燃料体内の領域について若干異なつた差分式を導入している。すなわち、領域が大きく2つに区分され、それぞれ厚い領域に対する差分式、薄い領域に対する差分式が導入されている。これらの差分式の違いは、厚い領域に対する差分式の場合は半径方向のメッシュ点が3点以上とれるのに対し、薄い領域に対する差分式の場合は3点に限定される。しかし、薄い領域に対する差分式で得られる数値解は、厚い領域に対する差分式で得られるそれと比べて精度が高いという利点がある。また、それぞれについて、領域内に発熱がある場合とない場合とに分けられ若干計算時間の短縮をはかっている。

過渡状態の計算は、まずサブルーチンSTEADYで得られた温度分布を初期条件として始められる。この場合、冷却材の軸方向温度分布、ギャップ熱伝達係数、冷却材-クラッド間熱伝達係数等については、このサブルーチンに入る前に計算された値が使用される。

燃料体の材料に関する物性値は、サブルーチンSTEADYで用いた方法と同様、温度の函数として、各メッシュ点について求めている。(2.7参照)ただし、使用する温度は時間中 Δt 前の温度を用いている。

2.8.2 基本式

燃料体において、半径方向の長さと比較して、軸方向の長さが非常に長いものであると仮定した場合、軸方向の熱伝導は無視してさしつかえない。このような仮定を与えると、燃料体内の温度分布は次の熱伝導方程式で取扱うことができる。

$$\rho C_p \frac{\partial T}{\partial \tau} = \text{div}(K \text{ grad } T) + Q(\bar{R}, \tau) \quad (28-1)$$

ここでは

$T(\bar{R}, \tau)$: \bar{R} 点の温度

$K(T)$: 熱伝導係数

ρC_p : 体積熱容量

$Q(\bar{R}, \tau)$: 発熱密度

熱伝導が半径方向のみに生じ、熱源が角度に依存しないと仮定すると、(28-1)式は次式で与えられる。

$$\rho C_p \frac{\partial T}{\partial \tau} = \frac{1}{r} \left(\frac{\partial}{\partial r} (K r \frac{\partial T}{\partial r}) \right) + q_1(r, z, \tau) \quad (28-2)$$

(28-2)式を近似的に解くと次式が得られる。

$$\rho C_p \frac{\partial T}{\partial \tau} = K \left(\frac{\partial^2 T}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial T}{\partial r} \right) + q_1(r, z, \tau) \quad (28-3)$$

燃料体内をいくつかの領域に分割した場合、それぞれの領域の境界面で使用される境界条件

は、次の関係式で与えられる。

$$q'' = U(T_1 - T_2) \quad (28-4)$$

ここで、

q'' ; 単位面積あたりの熱流速

U ; 境界面の熱伝達係数

T_1, T_2 ; 境界面の温度

2.8.3 厚い領域に対する差分式

すでに述べたように、この型の差分式は、メッシュ点が3点か、それ以上ある場合に適用できる。境界に接するメッシュ点については、L.H.Back²⁵⁾によつて開発された方法が取り入れられている。したがつて、境界に接するメッシュ点と内部メッシュ点とは別々の差分式で取扱われている。

(1) 中心領域の最初のメッシュ点に対する差分式

中心領域の最初のメッシュ点に対する差分式は、D.F.Schoeberle や Dusingberre²³⁾らによつて考えられた手法によつて与えられる。(28-3)式をこの手法を用いて変換すると次のようになる。

$$T_1(r+\Delta r) = \left(1 - \frac{4}{M}\right) T_1(r) + \frac{4}{M} T_2(r) + \frac{Q(r, z)}{\rho C_p} N(r, \Delta r) \quad (28-5)$$

ここで、

$N(r, \Delta r)$ = r と $r + \Delta r$ の間の発熱量

ρC_p ; 材料の体積熱容量

Δr ; 時間巾

$Q(r, z)$; 熱発生率の空間分布

$M = \frac{(\Delta r)^2}{\alpha \Delta \tau}$; 材料の熱拡散率

K ; 材料の熱伝導率 $\Rightarrow CAx$

ここで、一般的差分式が次の形をとるなら、

$$\textcircled{O} \quad T_{1,j}(r+\Delta r) = B_{1,j} T_{1-1,j}(r) + C_{1,j} T_{1,j}(r) + D_{1,j} T_{1+1,j}(r) + G_{1,j} N(r, \Delta r) \quad (28-6)$$

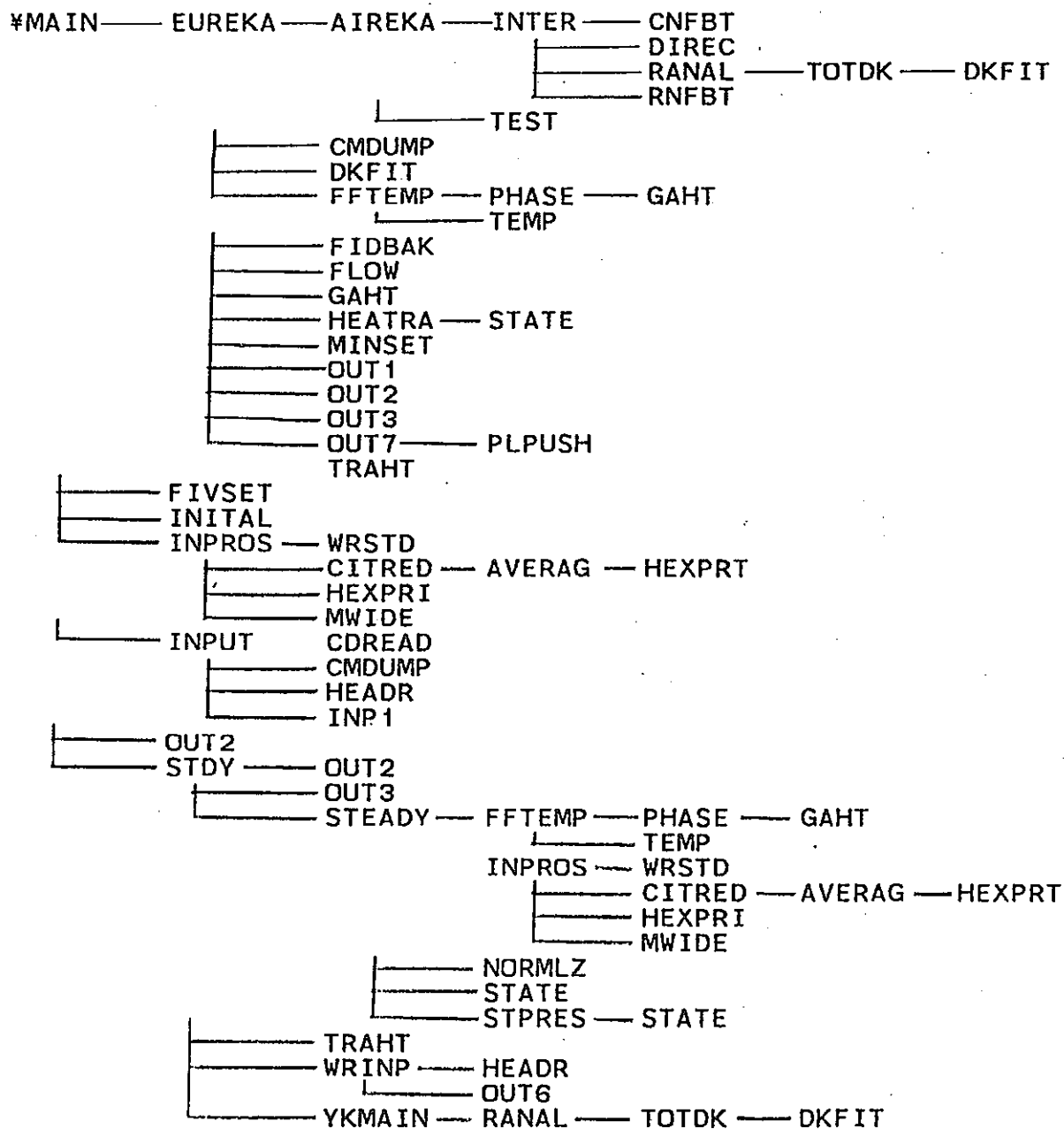
(6)式の係数は、

$$B_{1,j} = 0$$

$$C_{1,j} = \left(1 - \frac{4}{M}\right)$$

$$D_{1,j} = \frac{4}{M}$$

付録.4 EUREKA-FBRプログラムツリー



☒ EUREKA-FBRプログラムツリー

付録.5 EUREKA-FBRコードのサブルーチンの機能説明

MAIN	時間進行制御
EUREKA	過渡時の核計算と熱計算との制御および経過情報出力制御
AIREKA	動特性計算 (AIREK) のメインプログラム
INTER	原子炉動特性計算 (数値計算)
CNFBT	積分計算 (INTERの補助ルーチン)
RNFBT	数値計算 (INTERの補助ルーチン)
DIREC	時間間隔不適當時の警告と計算中止
RANAL	時刻を進めて反応度計算
TOTDK	全反応度計算及びスクラム反応度計算
DKFIT	時間外挿によりフィードバック反応度を計算する。
TEST	計算終了判定
CMDUMP	ダミールーチン
FFTEMP	燃料温度分布計算 (ペレットの平均値)
TEMP	燃料温度分布計算 (ペレット内の分割ごとに計算)
PHASE	物性値 (ρC_p , λ) を求める。(燃料、被覆管、エアギャップ)
GAHT	ダミールーチン
FIDBAK	各種フィードバック反応度を計算する。
FLOW	冷却材の流量・流速計算
HEATRA	過渡時の熱水力特性計算
STATE	冷却材の物性値計算
TRAHT	チャンネル平均温度の計算
MINSET	Minor Editプリント情報編集
OUT1	動特性情報プリント
OUT2	Major Edit情報プリント
OUT3	温度分布プリント
OUT6	Minor Edit項目指示パラメータ及びTimeStep情報チェックプリント
OUT7	Minor Edit情報プリント
PLPUSH	時系列プロットデータのファイル出力
FIVSET	物性値等の計算式の係数値セット
INITAL	COMMON領域のクリア
INPROS	炉出力分布を更新する。
WRSTD	チャンネル情報プリント
CITRED	CITATIONコードで計算した炉出力分布データ読み込み
AVERAG	熱計算領域分割による炉出力分布計算

HEXPRT	炉出力分布情報プリント
HEXPRI	チャンネルマッププリント
MWIDE	CITATIONコードの座標をEUREKA-FBRコードの座標に変換
INPUT	パラメータ入力と解説
CDREAD	キーワード付きパラメータ入力
HEADR	改頁およびタイトル一行プリント
INP1	Minor Edit項目指示パラメータ入力
STDY	初期値設定と定常計算制御
STEADY	熱水力特性および燃料温度の定常計算
NORMLZ	セル内メッシュ分割およびメッシュ面積計算
STPRES	定常状態における冷却材圧力損失の計算
WRINP	共通情報プリント
YKMAIN	動特性初期値設定