

「ふげん」の低出力時における制御棒引抜き解析

1988年7月

動力炉・核燃料開発事業団
大洗工学センター

複製又はこの資料の入手については、下記にお問い合わせください。

〒311-13 茨城県東茨城郡大洗町成田町4002

動力炉・核燃料開発事業団

大洗工学センター システム開発推進部・技術管理室

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

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

「ふげん」の低出力時における制御棒引抜き解析

小坂一郎* 川太徳夫*
若林利男*

要 旨

(目的) チェルノブイル事故以降低出力時における原子炉の過渡変化が注目されている。このため「ふげん」の低出力時における制御棒引抜き解析を実施した。

(方法) 核熱結合一点近似動特性解析コード(EUREKA-2)を用いて、「ふげん」の低出力時の制御棒引抜き解析を行った。

(結果) 解析から次の事が明らかになった。

- ① 添+相当事象として観た場合、燃料エンタルピー(非断熱)の最大値は約27ca ℓ/g と小さな値である。
- ② スクラム第一信号を無視し、第二信号スクラムとした場合であっても、原子炉は大きなボイド反応度投入前にスクラムされ、過渡変化に与えるボイド反応度の影響は小さい。

(結論) 解析の結果、設計基準内ではボイド反応度の影響は小さく、反応度投入事象評価指針の判断基準を十分満たす事が確認された。

*大洗工学センター技術開発部プラント工学室

Analyses of the event of control rod withdrawal
under low-power operation in "Fugen".

Itirou Kosaka*, Norio Kawata*
Toshio Wakabayashi*

A b s t r a c t

Anticipated reactor transient events under low-power operation have become of interest after the Chernobyl Nuclear Power Plant accident.

Therefor, in the present study, the analyses of the event of control rod withdrawal under low-power operation have been carried out for "Fugen", prototype advanced thermal reactor.

Analyses have been performed by using EUREKA-2 code, a coupled nuclear thermal hydrodynamic kinetic code.

As the result of the analyses, it is confirmed that the effect of coolant void reactivity is almost neglected and that the fuel entarpy is within the limint of established value in the principal guide of reactivity insertion events.

In conclusion, there is no matter with control rod withdrawas under low-power operation in design base for "Fugen".

* Plant engineering section, Technology development division, Power reactor and nuclear fuel development corporation

目 次

1. 概 要	1
2. 解析コード	2
3. 解析条件と解析モデル	3
(1) 事象想定	3
(2) 解析条件	3
(3) 解析モデル	5
4. 低出力時の制御棒引抜き解析（第一信号スクラム・第一信号無視）	26
(1) 解析項目	26
(2) 初期炉心状態に関する解析	26
(3) 制御棒引抜き反応度投入速さに関する解析	27
(4) 冷却材の即時加熱効果に関する解析	29
(5) まとめ	29
5. 低出力時の制御棒引抜き解析（A T W S）	72
(1) 解析内容	72
(2) 解析結果	72
(3) まとめ	73
6. 結 論	82
7. 参考文献	83
8. 謝 辞	84
付録1. 多チャンネル解析について	85
2. EUREKA-2 コードの概要	93
3. 入力データ	106

表 リ ス ト

表 3 - 1	炉心初期状態	6
表 3 - 2	起動時における制御棒引抜解析用各ピーキング係数	7
表 3 - 3	核定数（動特性パラメータ）	8
表 4 - 1	ふげん低出力時の制御棒引抜き解析の解析ケース (第一信号スクラム、第一信号無視)	31
表 4 - 2	ふげん低出力時の制御棒引抜き解析の解析結果 (第一信号スクラム、制御棒反応度投入速さ 6.0×10^{-4})	32
表 4 - 3	ふげん低出力時の制御棒引抜き解析の解析結果 (第一信号無視、制御棒反応度投入速さ 6.0×10^{-4})	33
表 4 - 4	ふげん低出力時の制御棒引抜き解析 制御棒引抜き速度について (第一信号無視 炉心状態①)	34
表 4 - 5	ふげん低出力時の制御棒引抜き解析 制御棒引抜き速度について (第一信号無視 炉心状態⑥)	35
表 4 - 6	ふげん低出力時の制御棒引抜き解析 冷却材即時加熱割合について (第一信号無視 炉心状態⑥)	36
表 5 - 1	ふげん低出力時の制御棒引抜き解析 A T W S 解析結果 (反応度投入速さ $6.0 \times 10^{-4} \Delta k / k / s$)	74
付表 1 - 1	多チャンネル効果に関する解析結果 (炉心状態⑥ A T W S)	87
付表 2 - 1	使用熱伝達相関式	98
付表 2 - 2	EUREKA-2 コードの評価式	99

図 リ ス ト

図 3 - 1	原子炉エネルギーバランス（炉心状態①）	9
図 3 - 2	原子炉エネルギーバランス（炉心状態②）	10
図 3 - 3	原子炉エネルギーバランス（炉心状態③）	11
図 3 - 4	原子炉エネルギーバランス（炉心状態④）	12
図 3 - 5	原子炉エネルギーバランス（炉心状態⑤）	13
図 3 - 6	原子炉エネルギーバランス（炉心状態⑥）	14
図 3 - 7	制御棒名称と制御棒引抜きシーケンス	15
図 3 - 8	制御棒引抜反応度値の変化	16
図 3 - 9	引抜制御棒反応度評価値の相対値の変化（4本引抜）	17
図 3 - 10	全出力ピーピング係数の変化	18
図 3 - 11	軸方向出力分布（照射用ガドリニア燃料タイプ1）	19
図 3 - 12	ドブラー反応度曲線	20
図 3 - 13	冷却材ボイド反応度	21
図 3 - 14	冷却材温度反応度	22
図 3 - 15	安全解析用スクラム反応度特性（起動時）	23
図 3 - 16	EUREKA-2 モデル（2チャンネル）	24
図 3 - 17	原子炉一次系位置関係	25
図 4 - 1	初期状態によるピーク出力（第一信号スクラム）	37
図 4 - 2	初期状態によるピーク出力時刻（第一信号スクラム）	37
図 4 - 3	初期状態による全反応度ピーク（第一信号スクラム）	38
図 4 - 4	初期状態による燃料エンタルピー（第一信号スクラム）	38
図 4 - 5	初期状態によるピーク出力（スクラム第一信号無視）	39
図 4 - 6	初期状態によるピーク出力時刻（スクラム第一信号無視）	39
図 4 - 7	初期状態による全反応度ピーク（スクラム第一信号無視）	40
図 4 - 8	初期状態による燃料エンタルピー（スクラム第一信号無視）	40
図 4 - 9	炉心出力の経時変化（第一信号スクラム）	41
図 4 - 10	燃料エンタルピー（非断熱）の経時変化（第一信号スクラム）	42
図 4 - 11	炉心出力の経時変化（第一信号無視）	43

図 4-12	燃料エンタルピー（非断熱）の経時変化（第一信号無視）	44
図 4-13	各反応度の経時変化（炉心状態①、第一信号スクラム）	45
図 4-14	燃料中心温度（炉心状態①、第一信号スクラム）	46
図 4-15	被覆管表面温度（炉心状態①、第一信号スクラム）	47
図 4-16	各反応度の経時変化（炉心状態⑥、第一信号スクラム）	48
図 4-17	燃料中心温度（炉心状態⑥、第一信号スクラム）	49
図 4-18	被覆管表面温度（炉心状態⑥、第一信号スクラム）	50
図 4-19	各反応度の経時変化（炉心状態①、第一信号無視）	51
図 4-20	燃料中心温度（炉心状態①、第一信号無視）	52
図 4-21	被覆管表面温度（炉心状態①、第一信号無視）	53
図 4-22	各反応度の経時変化（炉心状態⑥、第一信号無視）	54
図 4-23	燃料中心温度（炉心状態⑥、第一信号無視）	55
図 4-24	被覆管表面温度（炉心状態⑥、第一信号無視）	56
図 4-25	反応度投入速さによるピーク出力（スクラム第一信号無視）	57
図 4-26	反応度投入速さによるピーク出力時刻（スクラム第一信号無視）	57
図 4-27	反応度投入速さによる全反応度ピーク（スクラム第一信号無視）	58
図 4-28	反応度投入速さによる燃料エンタルピー（スクラム第一信号無視）	58
図 4-29	反応度投入速さによる燃料体中発生出力の積分値 (炉心状態⑥、第一信号無視)	59
図 4-30	反応度投入速さによる炉出力変化（炉心状態①、第一信号無視）	60
図 4-31	反応度投入速さによる燃料エンタルピー (炉心状態①、第一信号無視)	61
図 4-32	各反応度の経時変化（炉心状態①、 $6 \times 10^{-4} \times \frac{1}{2}$ 、第一信号無視）	62
図 4-33	各反応度の経時変化（炉心状態①、 $6 \times 10^{-4} \times 1$ 、第一信号無視）	63
図 4-34	各反応度の経時変化（炉心状態①、 $6 \times 10^{-4} \times 2$ 、第一信号無視）	64
図 4-35	反応度投入速さによる炉出力変化（炉心状態⑥、第一信号無視）	65
図 4-36	反応度投入速さによる燃料エンタルピー (炉心状態⑥、第一信号無視)	66
図 4-37	各反応度の経時変化（炉心状態⑥、 $6 \times 10^{-4} \times \frac{1}{4}$ 、第一信号無視）	67
図 4-38	各反応度の経時変化（炉心状態⑥、 $6 \times 10^{-4} \times \frac{1}{2}$ 、第一信号無視）	68
図 4-39	各反応度の経時変化（炉心状態⑥、 $6 \times 10^{-4} \times 1$ 、第一信号無視）	69
図 4-40	各反応度の経時変化（炉心状態⑥、 $6 \times 10^{-4} \times 2$ 、第一信号無視）	70

図 4-41	各反応度の経時変化（炉心状態⑥、 $6 \times 10^{-4} \times 10$ 、第一信号無視）	71
図 5-1	炉心出力の経時変化（A TWS）	75
図 5-2	各反応度の経時変化（炉心状態①、A TWS）	76
図 5-3	各反応度の経時変化（炉心状態③、A TWS）	77
図 5-4	各反応度の経時変化（炉心状態⑥、A TWS）	78
図 5-5	燃料エンタルピーの経時変化（A TWS）	79
図 5-6	燃料中心温度の経時変化（A TWS）	80
図 5-7	被覆管表面温度の経時変化（A TWS）	81
付図 1-1	径方向の出力ピーキング（ふげん低出力）	88
付図 1-2	炉心出力の経時変化（炉心状態⑥、A TWS）	89
付図 1-3	各反応度の経時変化（炉心状態⑥、A TWS）	90
付図 1-4	燃料エンタルピーの経時状態（炉心状態⑥、A TWS） (非断熱 L P F = 1.0)	91
付図 1-5	5 チャンネルモデルの各チャンネル平均ボイド率の変化 (炉心状態⑥、A TWS、5 チャンネルモデル)	92

1. 概 要

切尔ノブイル原子力発電所事故が低出力運転状態で起こったため、低出力時における原子炉の異常な過渡変化が注目されている。

切尔ノブイル原発事故はボイドの急激な発生による反応度事故であるが、“ふげん”においても、低出力時のボイド反応度は定格出力時よりも正側に大きくなる傾向を有しており、ボイド反応度の影響を十分評価しておく必要がある。

これまでに冷温臨界・高温待機状態での制御棒引抜き解析が行われており、安全性が確認されている。さらにここでは“ふげん”的低出力時として運転実績から 6 つの炉心状態を設定し、その状態での制御棒引抜き解析を行い、低出力時の制御棒引抜きが高温待機からのものに包絡され、安全上とくに問題とならない事を確認する。

2. 解析コード

解析は、核熱結合一点近似動特性解析コード EUREKA-2 を用いて行った。この EUREKA-2 コードは以下の様な特徴を有する。

- ① 核的には通常の一点近似動特性方程式を解き、熱的フィードバックを考慮し、中性子束の過渡変化を計算する。
- ② 印可反応度として引抜き制御棒反応度・スクラム反応度・ドブラー反応度・冷却材ボイド反応度・冷却材温度反応度を考える。
- ③ ドブラー反応度・冷却材ボイド反応度・冷却材温度反応度はそれぞれ燃料温度・冷却材ボイド率・冷却材温度の関数として考慮する。
- ④ 各フィードバック反応度は、各ノードの燃料温度・冷却材ボイド率・冷却材温度に対して各ノード毎にフィードバック反応度を計算し、インポータンスで炉心積分することにより得られる。
- ⑤ 冷却材の発熱には中性子束に比例した冷却材即時加熱効果を考慮する。
- ⑥ 冷却材の熱水力挙動は、一次元均質熱平衡流の仮定に基づく質量・運動量・エネルギーの各保存式をノード・ジャンクション法で解く。
- ⑦ 燃料中の温度分布は一次元熱伝導方程式を解いて得る。燃料と冷却材との接触面での熱伝達相関式は、対流・核沸騰・遷移沸騰・膜沸騰・スーパーヒートの様な種々の熱伝達モードに対応する相関式を使用する。

EUREKA-2 コードは日本原子力研究所において開発・検証されたものであり、そのモデル・各種評価式と検証結果の一部を付録 2 に記す。

3. 解析条件と解析モデル

(1) 事象想定

原子炉の低出力時（核加熱時）に運転員の誤操作または原子炉出力制御装置の故障により制御棒1本または4本が連続的に引抜かれ正の反応度が投入される。

(2) 解析条件

① 初期状態

原子炉の初期状態として6つの低出力状態を選定した。

初期出力は0.5%から4.5%、初期圧力2気圧から66.5気圧に亘る6つの初期状態とした。初期状態の原子炉出力・蒸気ドラム圧力・冷却材入口温度を表3-1に、原子炉エネルギーバランスを図3-1～6に示す。

② 投入反応度の基準値

低出力時の制御棒引抜き時の引抜き制御棒反応度および投入反応度速度の基準値は、以下に示す原子炉起動時における制御棒引抜き時の値を適応する。

起動時の制御棒引抜き反応度価値および出力ピーピングを出来るだけ小さくするという観点に基づいた制御棒引抜きシーケンスを解析に使用する引抜きシーケンスとし、保守側評価するために制御棒引抜き反応度価値については運転実績のうちの引抜きシーケンスを考慮した場合の最大値を包絡する $0.02\Delta k/k$ を選定した。図3-7に解析に使用する引抜きシーケンスを示す。

図3-7のシーケンスにそって4本組（Mロッドの場合は1本）で制御棒を引き抜いた場合の引抜き反応度価値の変化を図3-8に示す。これに示す様に引抜き反応度価値は $0.02\Delta k/k$ を越えることはない。

図3-9に反応度価値の変化が大きくなる制御棒引抜き時の制御棒引抜き反応度価値の変化を示す。図3-9より制御棒引抜き速度の上限値（6.0cm/sec）に余裕を考慮した値（6.5cm/sec）で引き抜いた場合、単位時間あたり制御棒反応度相対価値の変化の最大は 0.027 s^{-1} である。これと、引抜き反応度価値 $0.02\Delta k/k$ により投入反応度速度は $0.00054\Delta k/k/s$ になるが、解析では余裕を考慮して $0.00060\Delta k/k/s$ を用いる。

なお、反応度投入速さについては上記速度を基準としてパラメーターとした解析も実施した。

③ 出力ピーピング

出力ピーピングは三次元一群拡散コードL A Y M O N - 2 Aにより求められた起動時制御

棒引抜き時の値を使用する。燃料エンタルピーを厳しく与える出力ピーキングは、全出力ピーキング係数（TPF）が最も大きい時であり、制御棒引抜きシーケンスに従い最大の全出力ピーキング係数（TPF）が発生する時の径方向・軸方向・局所ピーキング係数の計算値に計算誤差を考慮した値である。

制御棒引抜きシーケンスに従った場合の全出力ピーキング係数の変化を図3-10に、解析で使用した各出力ピーキング係数を表3-2に、図3-11にホットチャンネルの軸方向出力分布を示す。

④ 動特性パラメータ

動特性パラメーターも同様に起動時の値を使用する。これは各状態・各炉心を通じて実効遅発中性子割合の最も小さな時の値である。解析で使用した動特性パラメータを表3-3に示す。

⑤ フィードバック反応度

ドブラー反応度・冷却材ボイド反応度・冷却材温度反応度を考慮する。解析では6つの炉心状態に対し、各々の炉心状態を考慮した冷却材ボイド反応度・冷却材温度反応度を使用する。ドブラー反応度は、高温待機状態（燃料および冷却材温度 283°C、冷却材ボイド率 0%、減速材温度 24°C）の値を使用する。

解析で使用する各反応度を図3-12～14に示す。

⑥ 原子炉スクラム

解析は、第一信号スクラム、第一信号無視（第二信号スクラム）、スクラム失敗（ATS）の3つのスクラム条件で行った。

第一信号スクラムレベルは定格値の16%で、これは各出力上昇用検出装置（PUM）の第10レンジフルスケール（定格値の12.5%）の95%のスクラム設定に対し誤差を考慮し決められた値である。

第一信号無視については、RPM中性子束高々の定格値の60%をスクラムレベルとした。

スクラム反応度は、高温待機時の制御棒パターンのうち全引抜き制御棒本数が最も少ないパターンで、反応度価値の最も大きい制御棒1本が全引抜き位置から挿入されないとして求めた計算値に安全余裕を考慮して設定された起動時の値を使用する。

スクラム反応度を図3-15に示す。

⑦ ギャップ熱伝達率

ギャップ熱伝達率は1000BTU/ft²hr°Fを一定値として用いる。

(3) 解析モデル

解析コードは2.に示したようにEUREKA-2コードを使用する。

解析モデルを図3-16に示す。また、一次系の位置関係を図3-17に示す。

ふげんの1/2炉心を模擬し、炉心部をホットチャンネル（1体）と平均チャンネル(111体)の2チャンネルに分割し、圧力管下部および上部延長部を各々1ノード、入口管・出口管を各々2ノードとし、下部ヘッダー・蒸気ドラムを各々1ノードとしたモデルである。炉心部は軸方向に9ノードに分割し、燃料エンタルピー等の評価のため、ホットチャンネルの発熱体部（ヒートスラブ）を外層ピン（ホットピン）と内・中間層ピンに分割し、ホットチャンネルの局所出力ピーキングを考慮した。

また、燃料ピンについては燃料ペレット・ギャップ・被覆管を径方向に各々10・1・3領域に分割した。

解析にあたっては、蒸気ドラム・一次系の保有水量・体積が大きく、過渡解析時間が短いため、炉心部が一次系の圧力等に及ぼす影響は小さいものとして、下部ヘッダー内の圧力・冷却材温度および蒸気ドラム内の圧力は過渡期間中一定であるとした。

燃料と冷却材の熱伝達相関式・二相流摩擦圧損増倍係数・限界熱流束計算式については、ふげん解析用にコードに組み込んだ評価式を使用し、スクラム失敗時の解析のみコードのオリジナルの評価式を使用した。各評価式については前述した様に付録2に示した。

表 3 - 1 炉心初期状態

	熱出力 (定格比 : %)	蒸気ドラム圧力 (ata)	冷却材炉心入口 温 度 (°C)
①	0.5	2	119.6
②	1.9	5	151.1
③	2.4	10	178
④	3.6	20	210
⑤	3.95	40	249
⑥	4.5	66.5	277

表 3 - 2 起動時における制御棒引抜解析用各ピーピング係数
 (1本引抜き照射用ガドリニア燃料 (タイプ1) (G d : 4 ピン)

項 目	計 算 結 果	計算誤差考慮 (計算誤差)	解 析 使 用 値
T P F	4. 140	4. 554 (10. 0%)	4. 61
R P F	2. 051	2. 113 (3. 0%)	2. 12
A P F	1. 504	1. 534 (2. 0%)	1. 54
L P F	1. 342	1. 409 (5. 0%)	1. 41

(照射用ガドリニア燃料 : M ロッド引抜き)

T P F ; 全出力ピーピング係数

R P F ; 径方向出力ピーピング係数

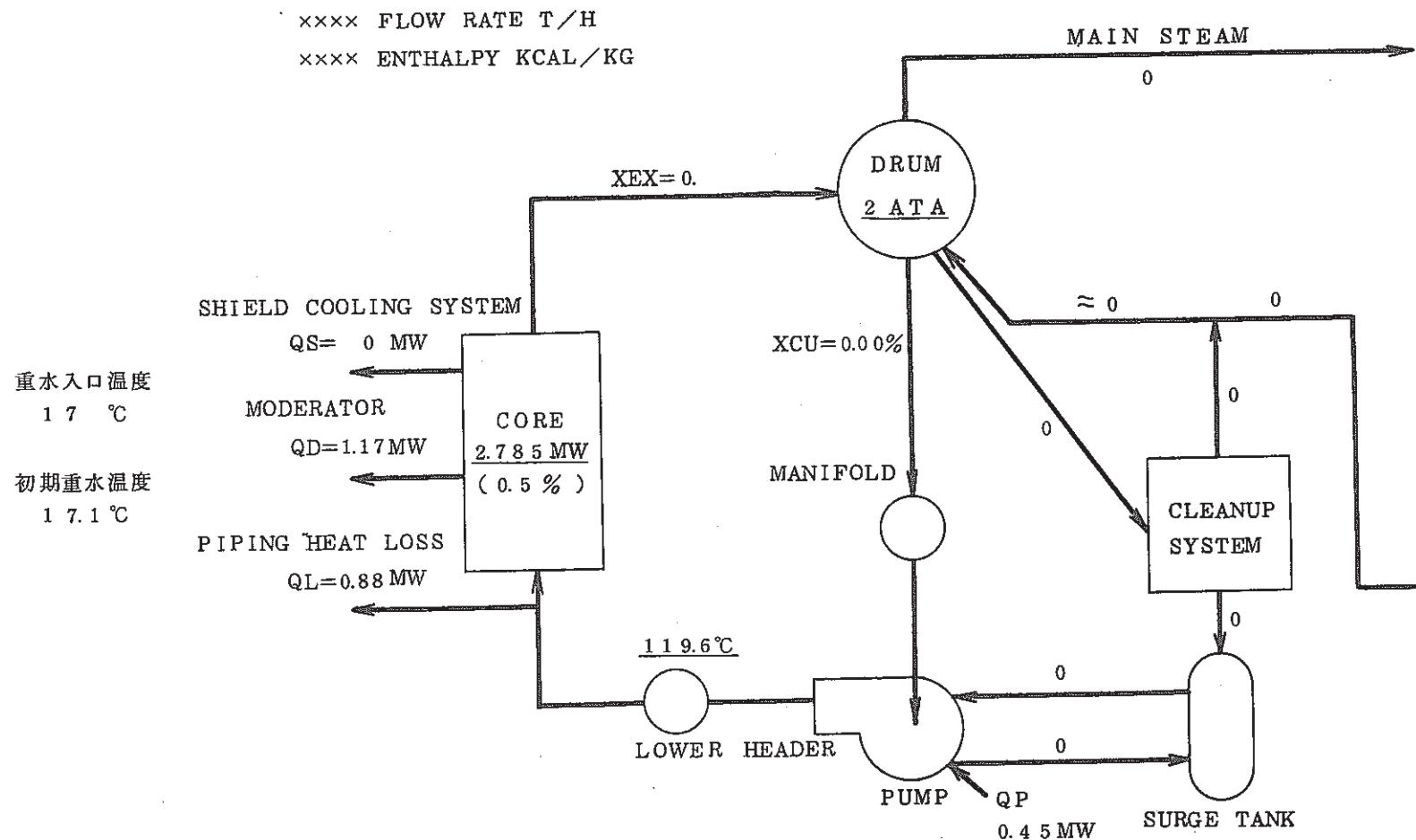
A P F ; 軸方向出力ピーピング係数

L P F ; 局所出力ピーピング係数

表 3-3 核定数(動特性パラメータ)^{*1}

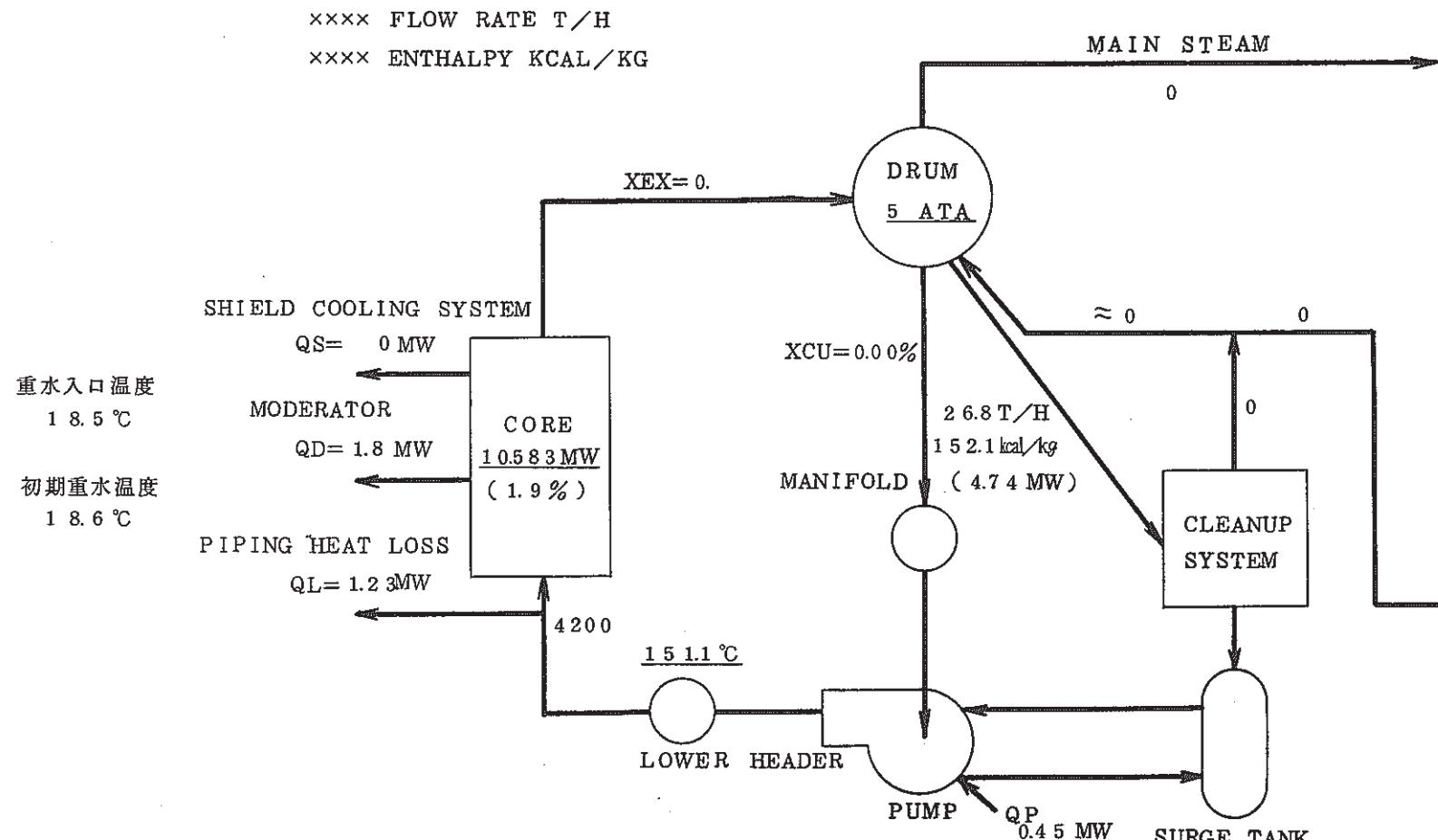
項目		安全解析使用値 ^{*2}
即発中性子寿命	ℓ	3.30×10^{-4} [S]
遅発中性子割合	合計 β_{eff}	4.57×10^{-3} ^{*3}
	第1群 β_1	3.40×10^{-4}
	第2群 β_2	9.60×10^{-4}
	第3群 β_3	8.20×10^{-4}
	第4群 β_4	1.63×10^{-3}
	第5群 β_5	6.60×10^{-4}
	第6群 β_6	1.60×10^{-4}
遅発中性子崩壊定数	第1群 λ_1	1.03×10^{-3} [S ⁻¹]
	第2群 λ_2	3.11×10^{-2} [S ⁻¹]
	第3群 λ_3	1.27×10^{-1} [S ⁻¹]
	第4群 λ_4	3.34×10^{-1} [S ⁻¹]
	第5群 λ_5	1.41 [S ⁻¹]
	第6群 λ_6	3.68 [S ⁻¹]

^{*1} : 低温臨界状態～定格状態に適用^{*2} : 燃焼度 8 GWd/T, ¹⁰B 濃度 0 ppm 時の計算値



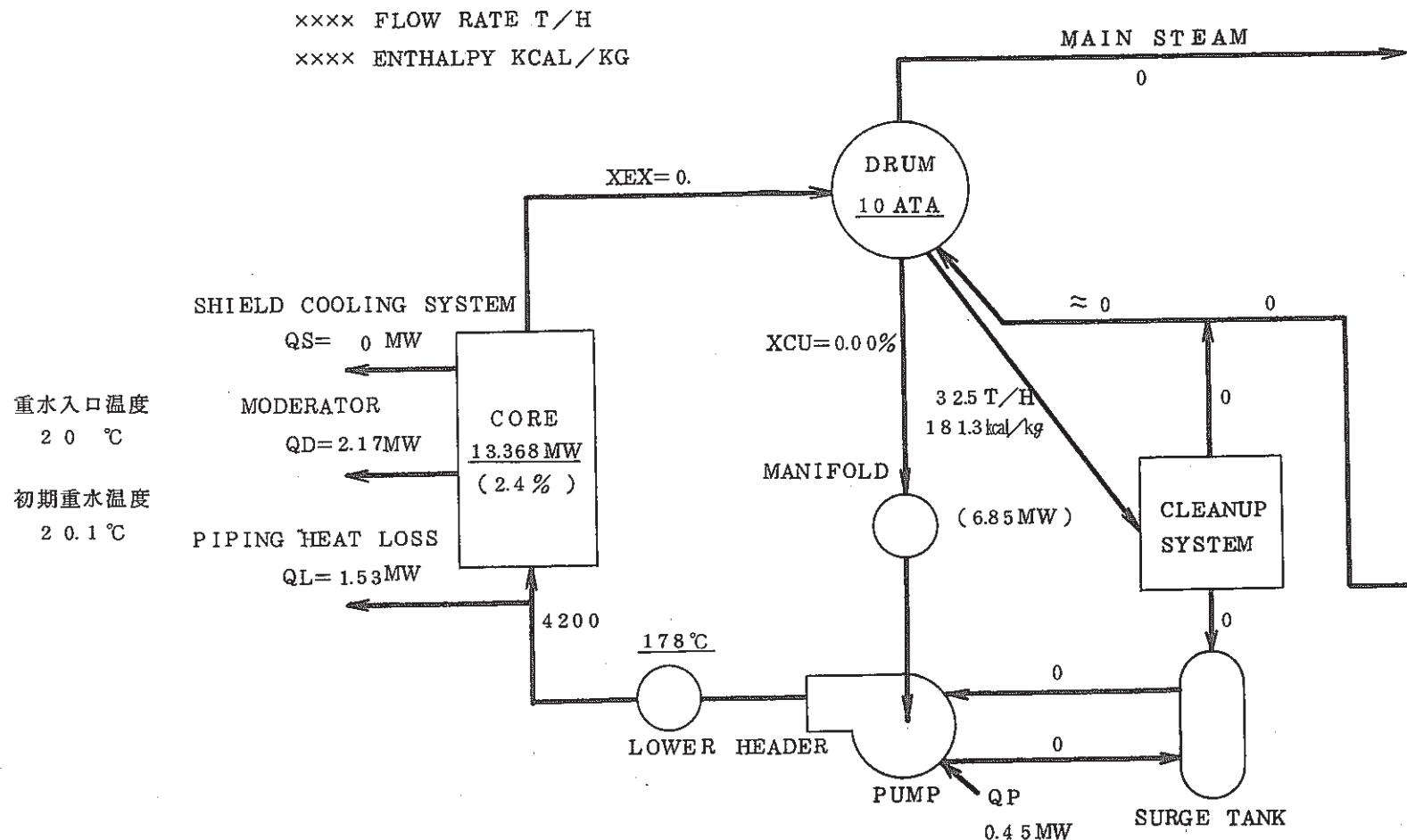
安全解析用プラント熱平衡図(0.5%出力, RCP低速, キャリアンダー0.0%)

図3-1 原子炉エネルギーバランス(炉心状態①)



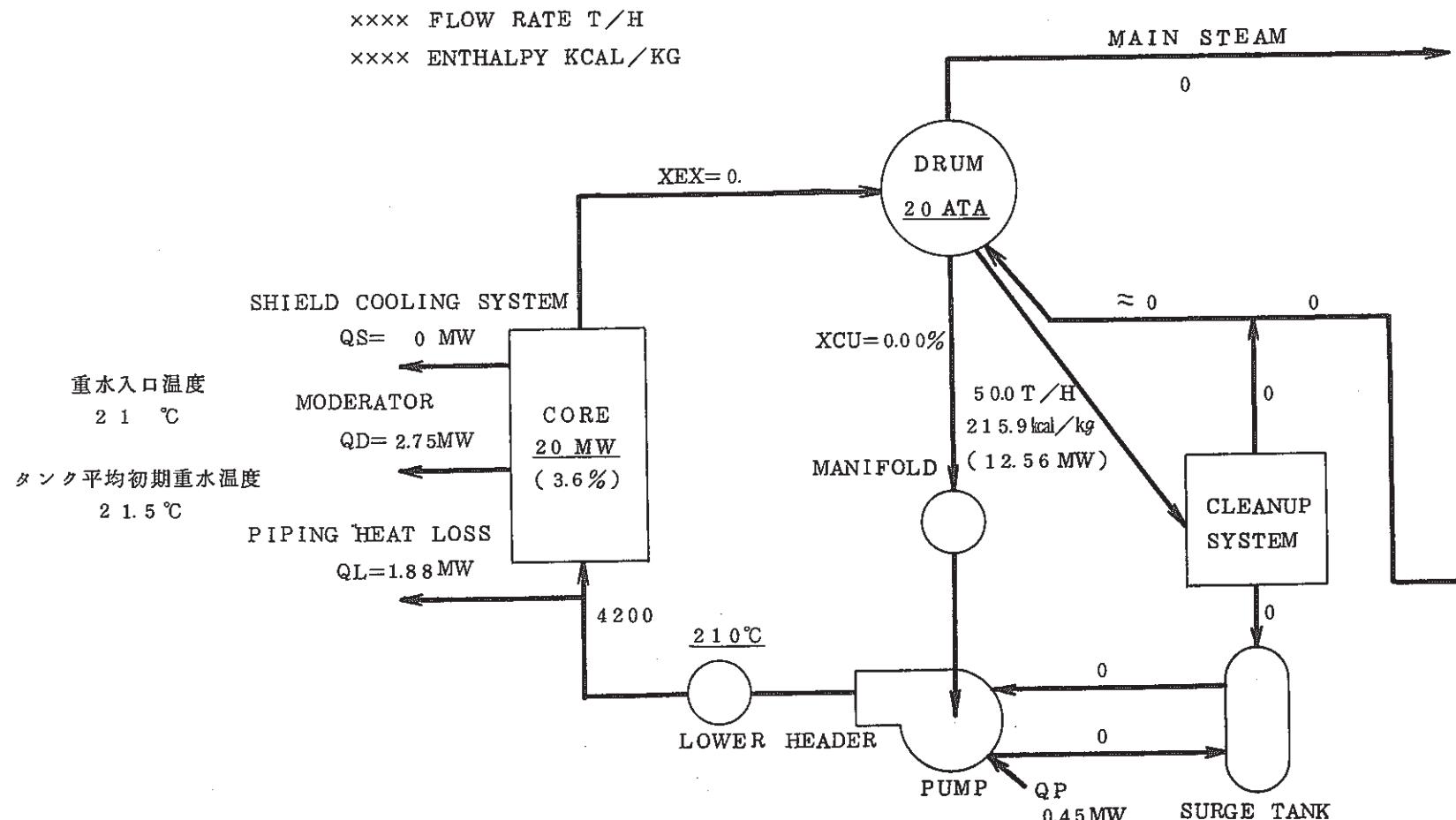
安全解析用プラント熱平衡図（1.9 %出力，RCP低速，キャリアンダー 0.0 %）

図 3 - 2 原子炉エネルギーバランス（炉心状態②）



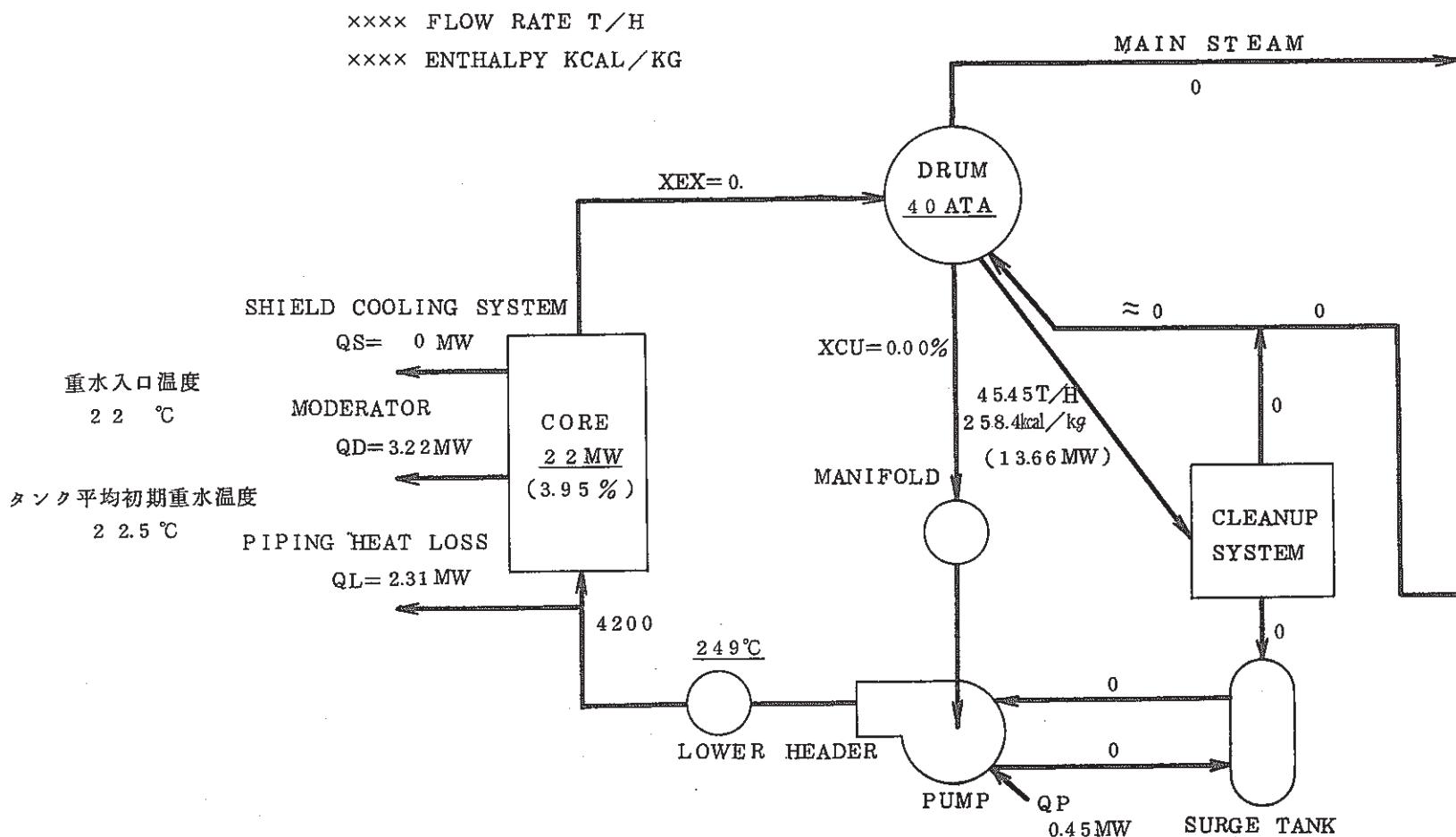
安全解析用プラント熱平衡図(2.4%出力, RCP低速, キャリアンダー0.0%)

図3-3 原子炉エネルギーバランス(炉心状態③)



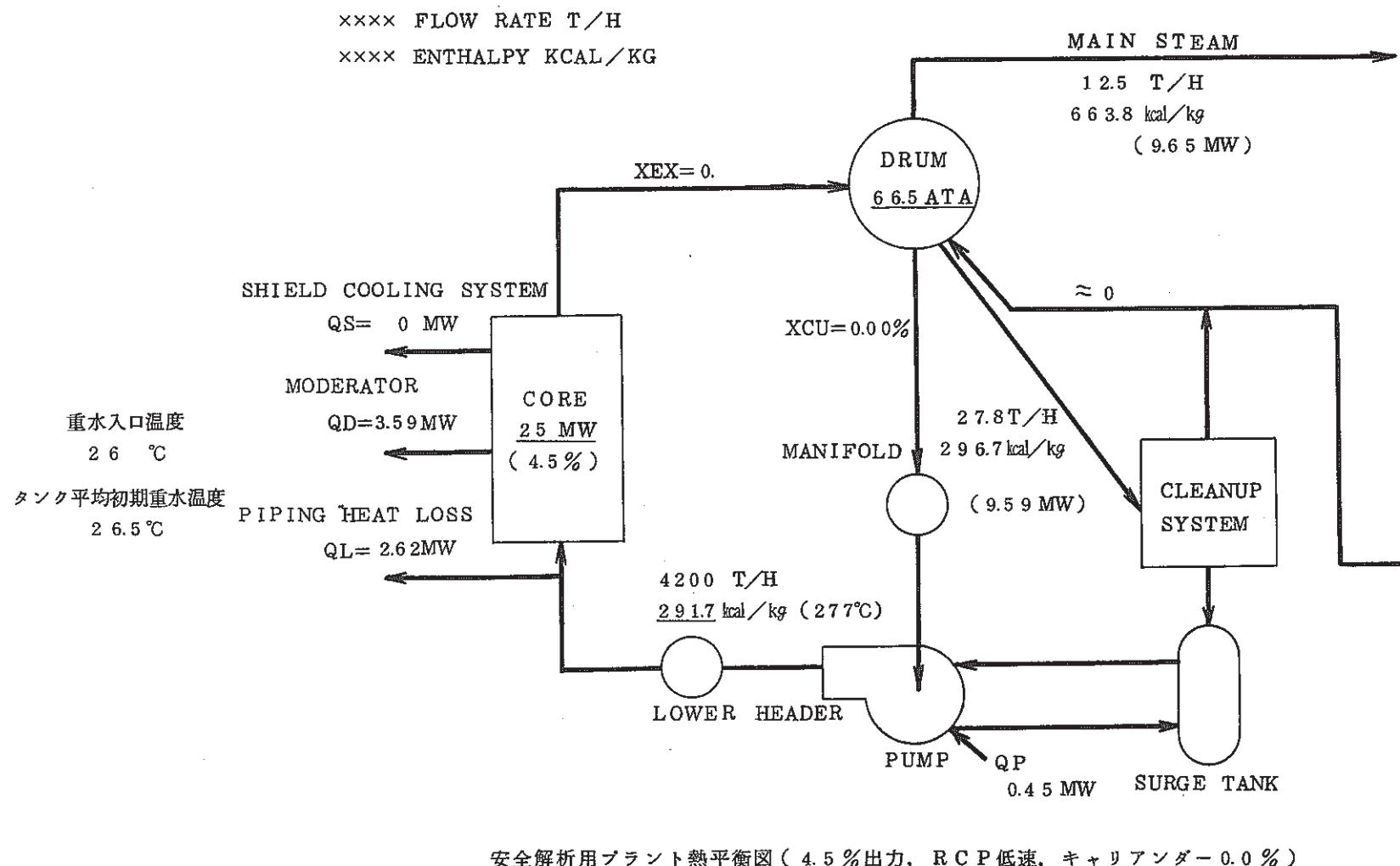
安全解析用プラント熱平衡図 (3.6%出力, RCP低速, キャリアンダー 0.0%)

図 3-4 原子炉エネルギーバランス(炉心状態④)



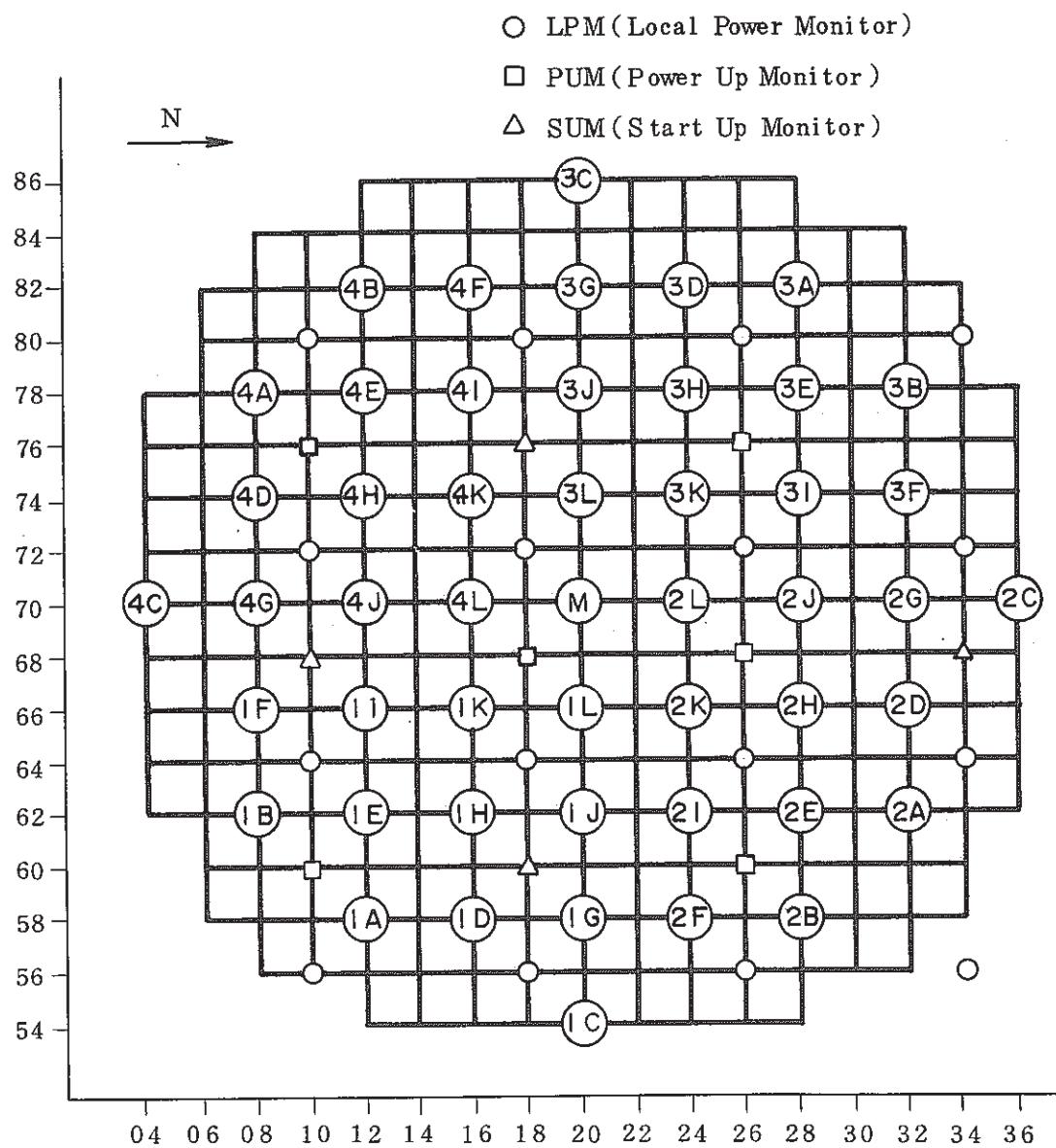
安全解析用プラント熱平衡図（3.95%出力，RCP低速，キャリアンダー0.0%）

図3-5 原子炉エネルギーバランス（炉心状態⑤）



安全解析用プラント熱平衡図（4.5%出力，RCP低速，キャリアンダー0.0%）

図3-6 原子炉エネルギーバランス（炉心状態⑥）



制御棒引抜シーケンス

I → H → F → D → B → A → G → K → L → J → M → E → C

I 制御棒は 6.5 % 固定

J 制御棒で臨界

図 3-7 制御棒名称と制御棒引抜シーケンス

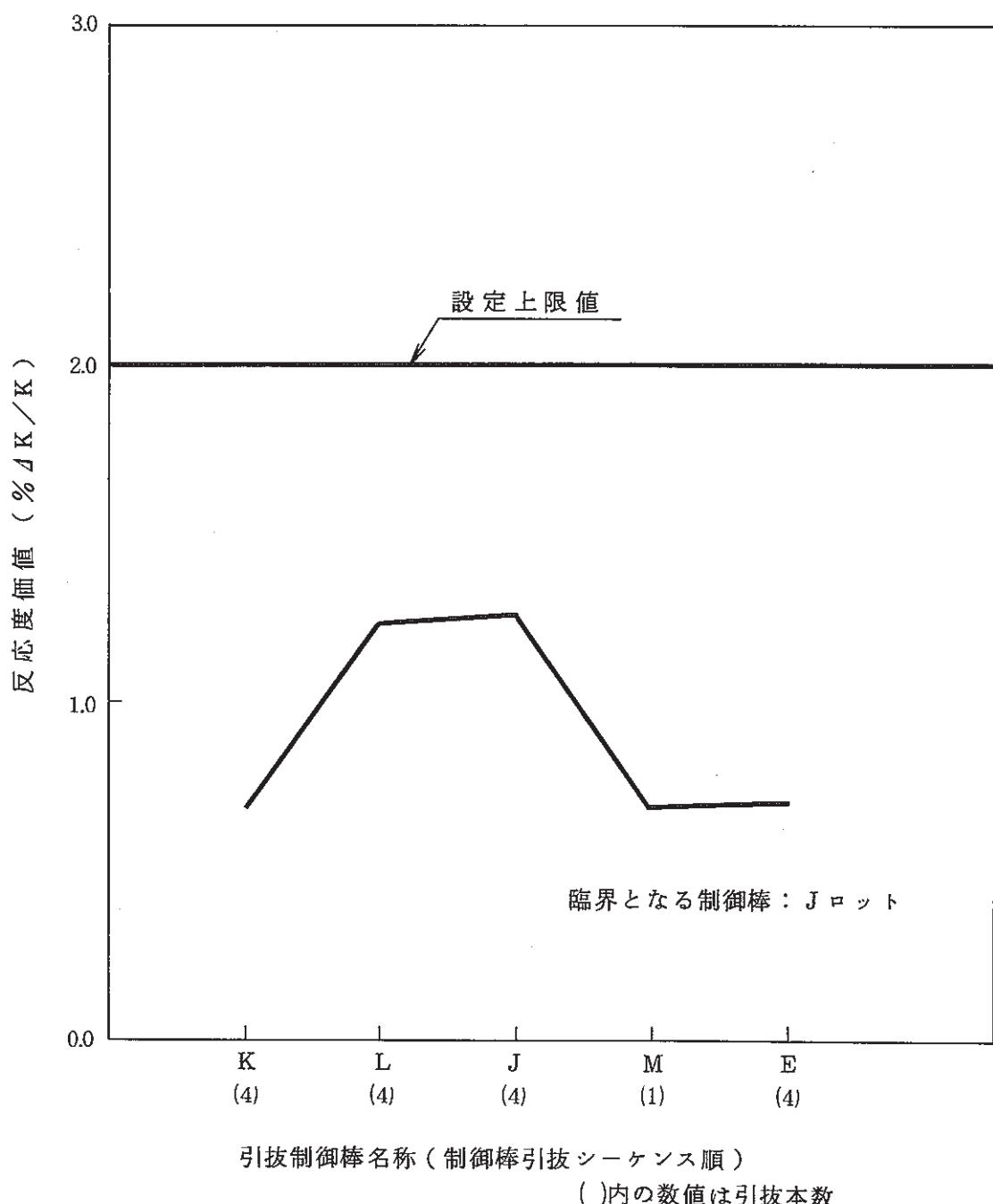


図 3-8 制御棒引抜反応度価値の変化

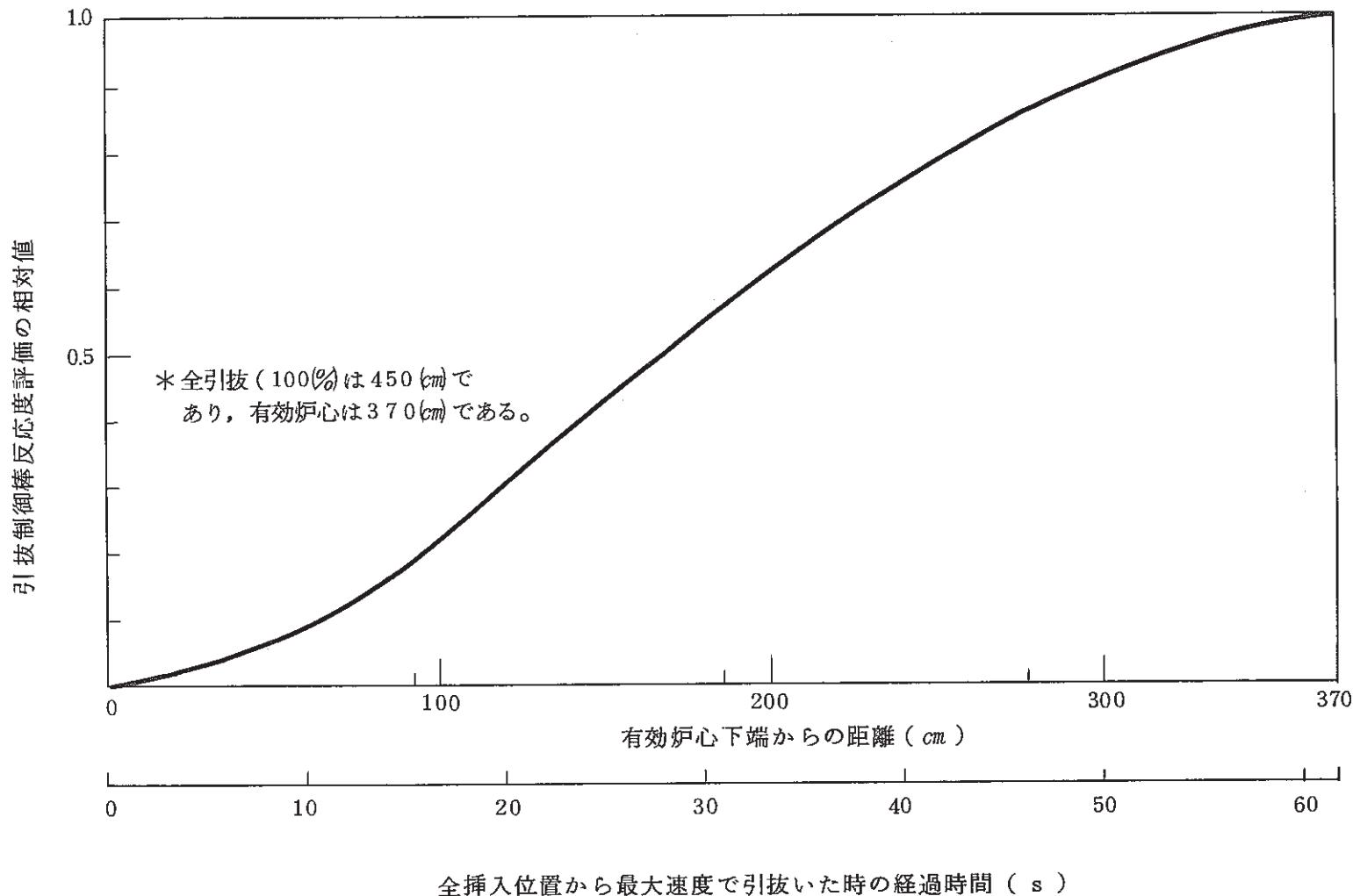


図 3-9 引抜制御棒反応度評価値の相対値の変化(4本引抜)

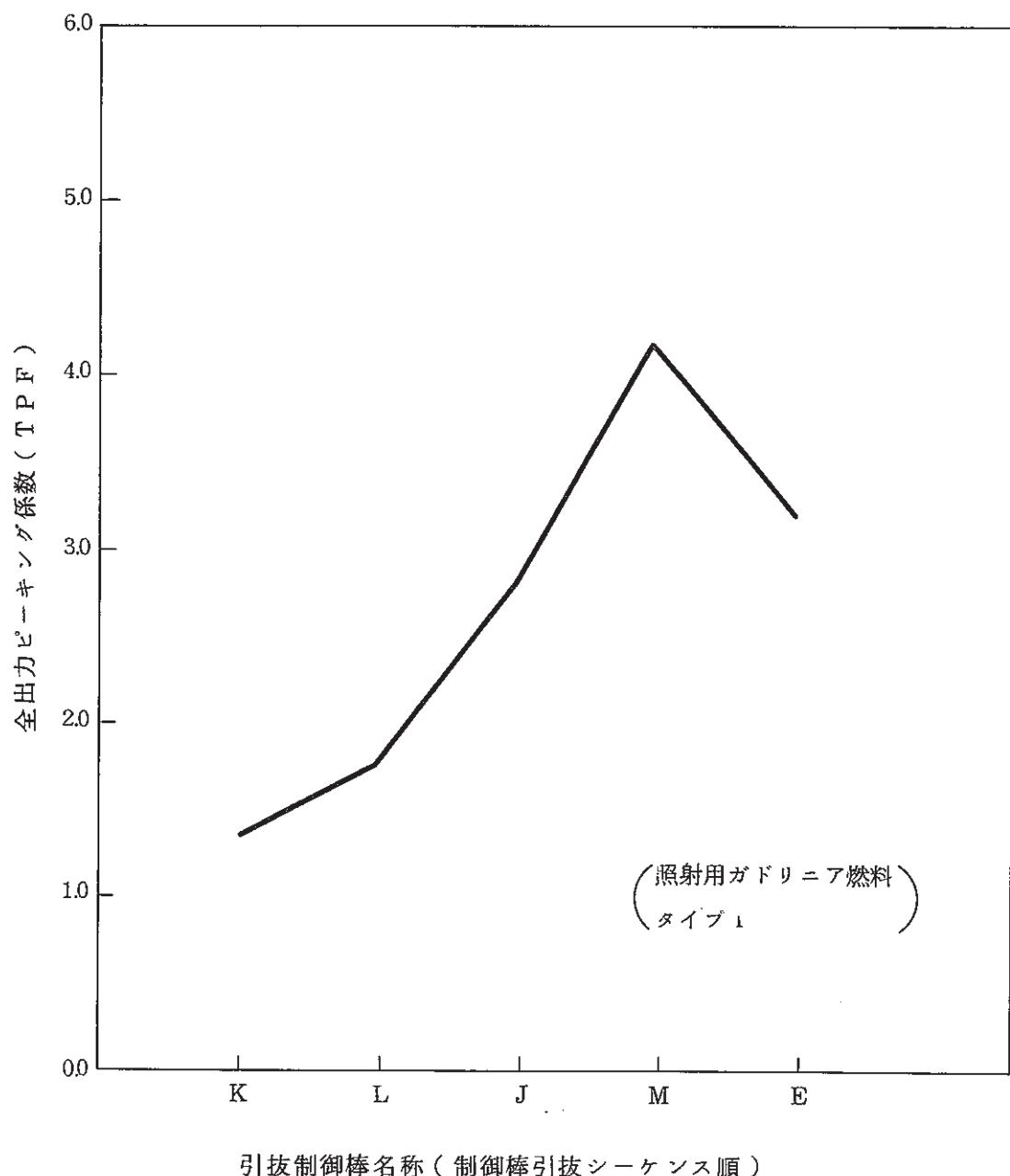


図 3-10 全出力ピーキング係数の変化

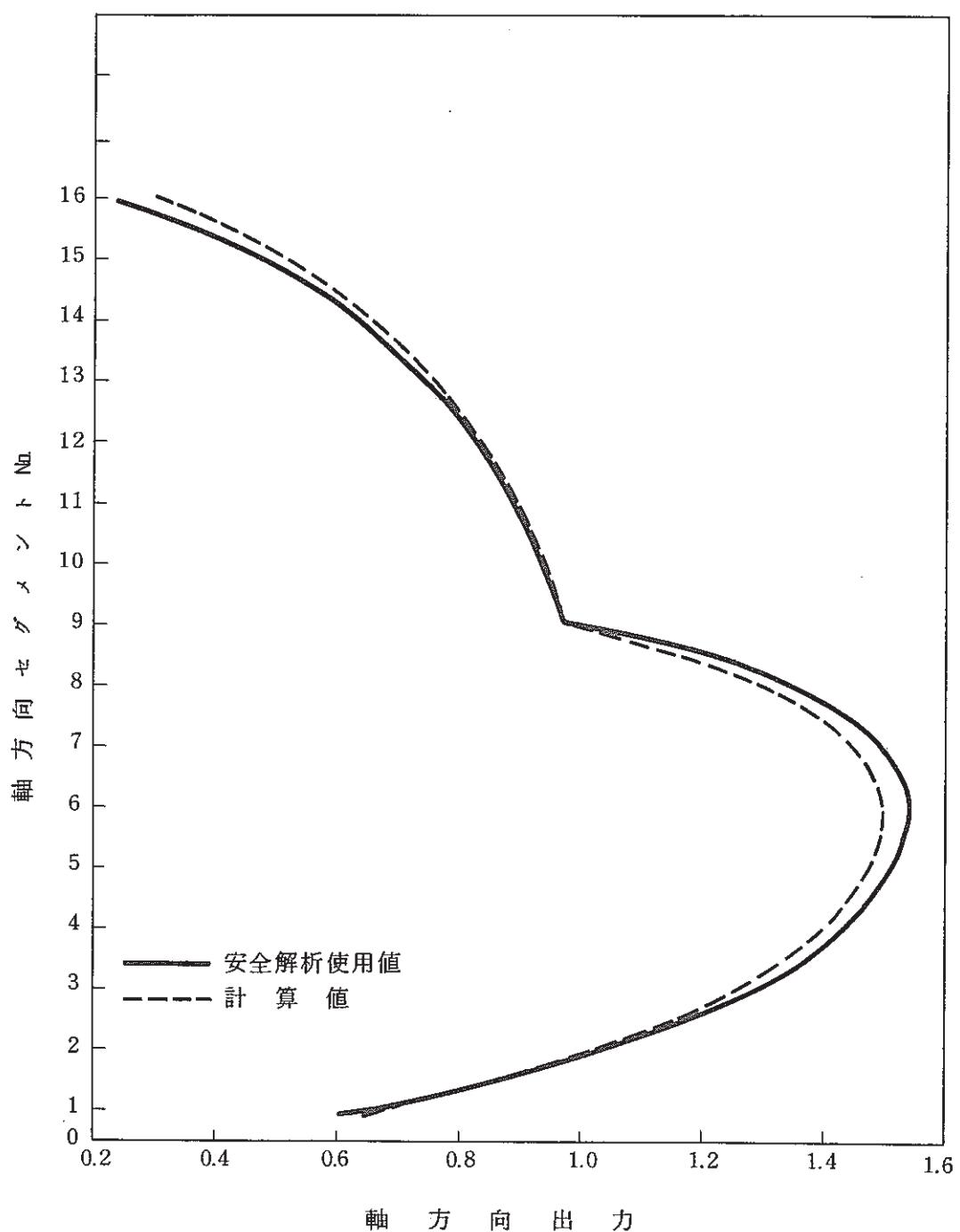


図 3-1-1 軸方向出力分布(照射用ガドリニア燃料タイプ1)

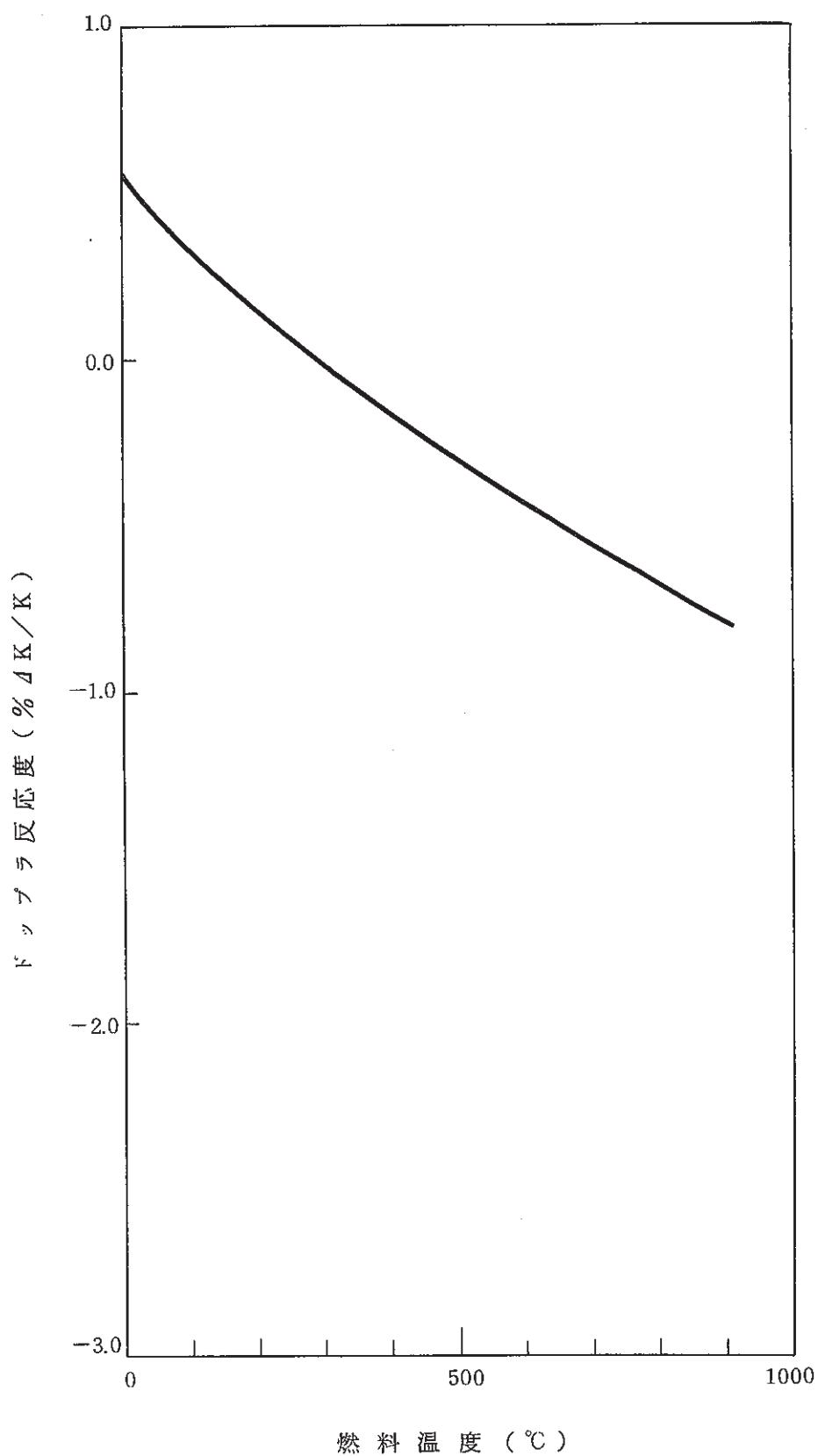


図 3-12 ドッペラ反応度曲線

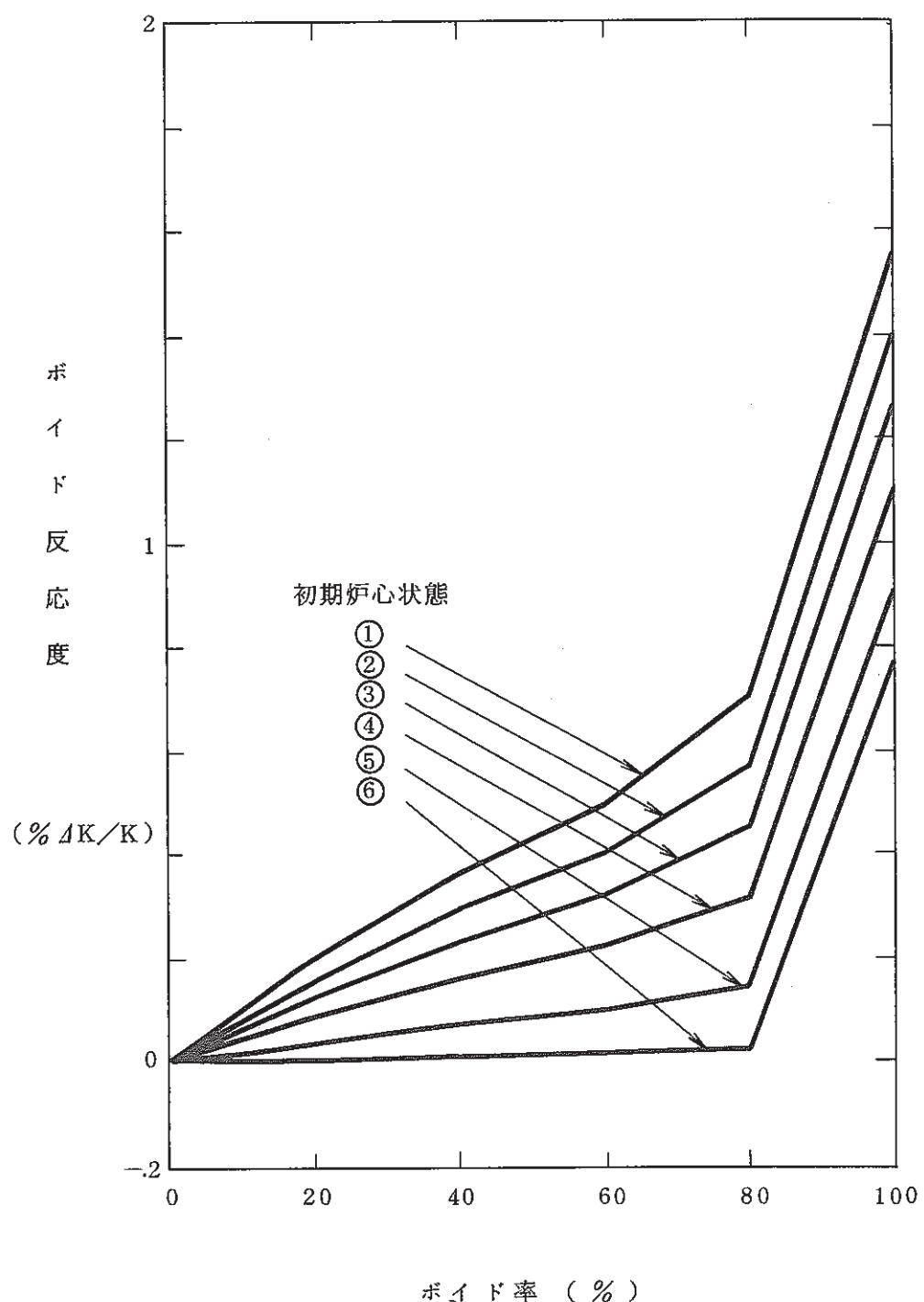


図 3-13 冷却材ボイド反応度

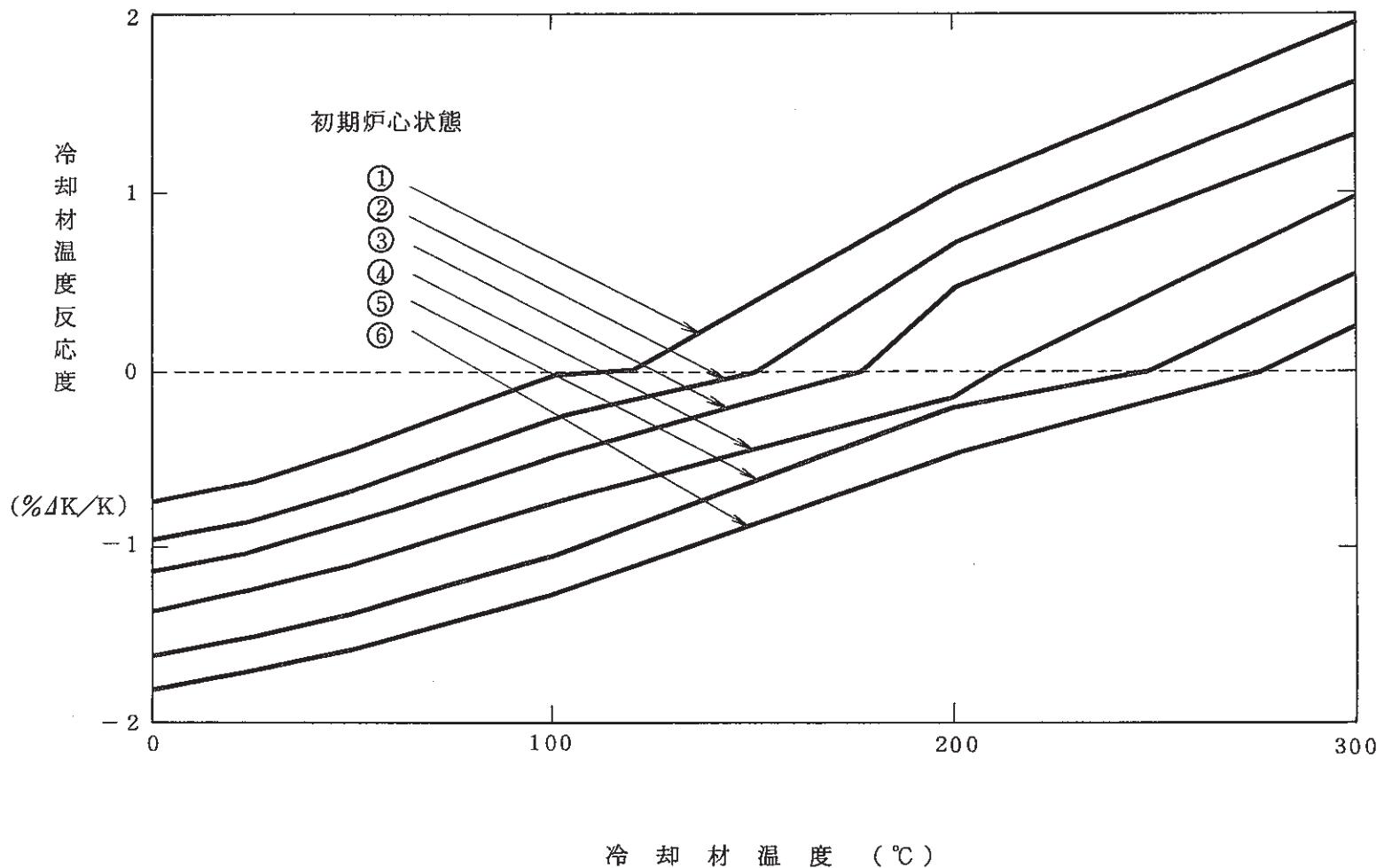


図 3-14 冷却材温度反応度

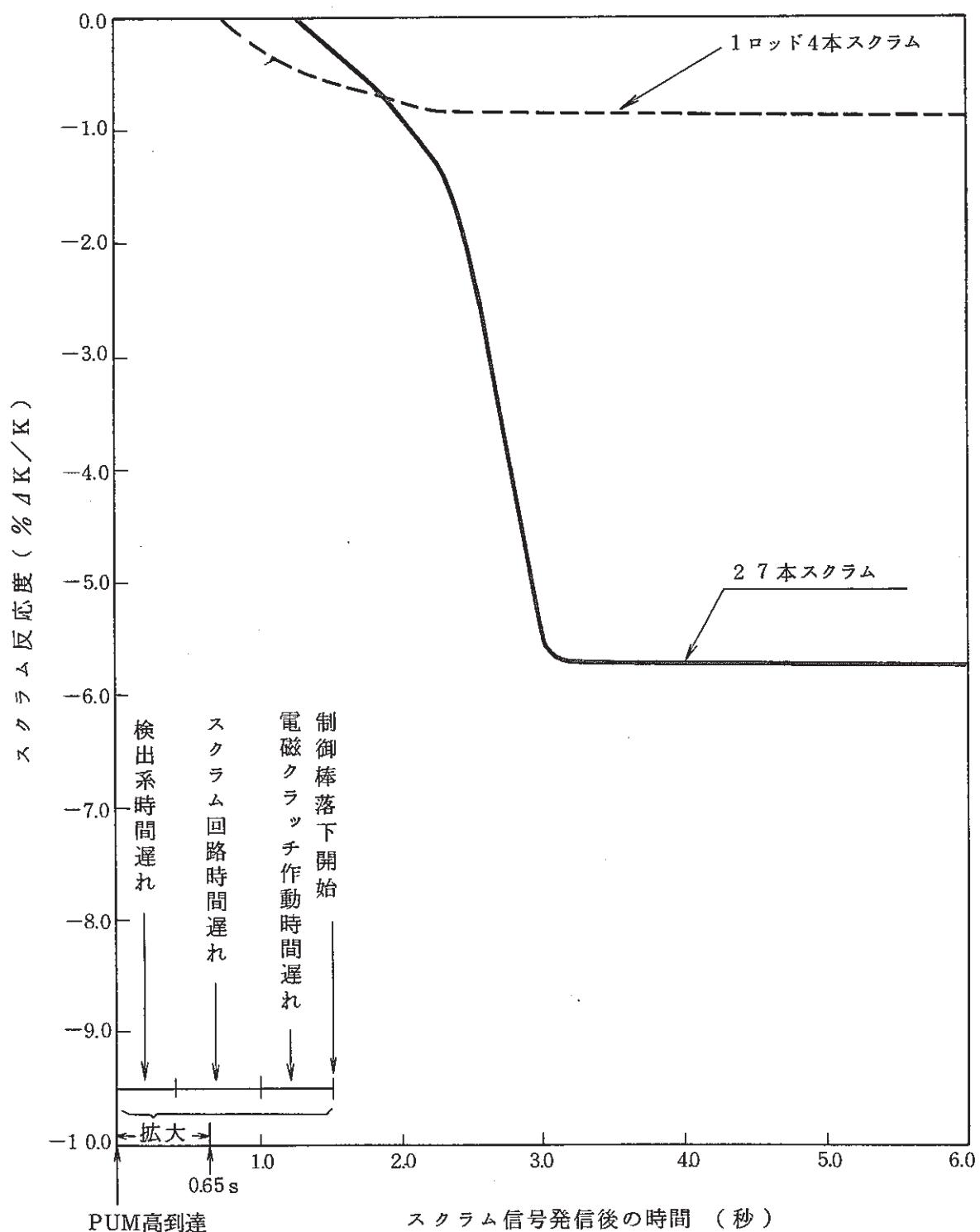


図 3-15 安全解析用スクラム反応度特性(起動時)

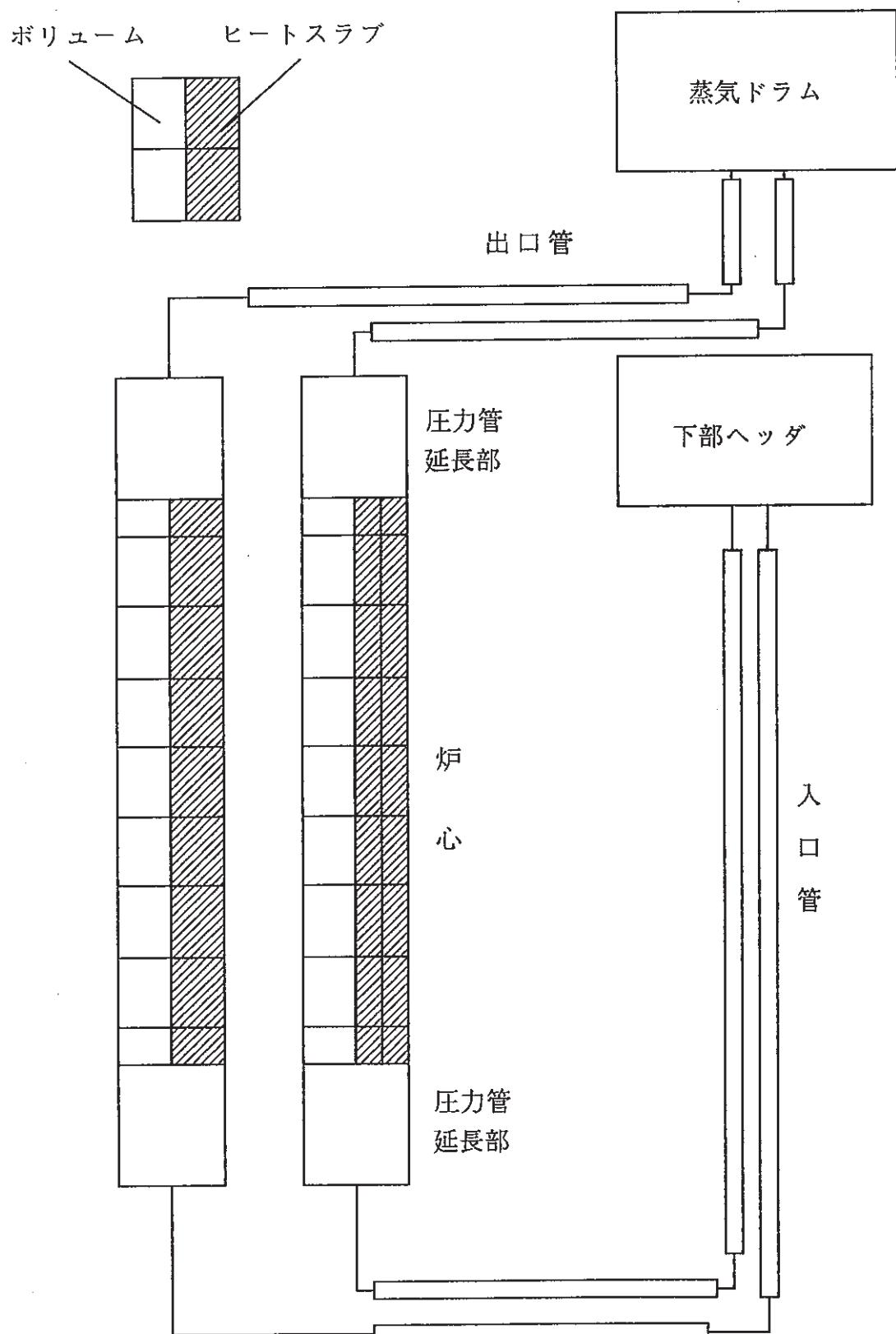


図3-16 EUREKA-2 モデル（2チャンネル）

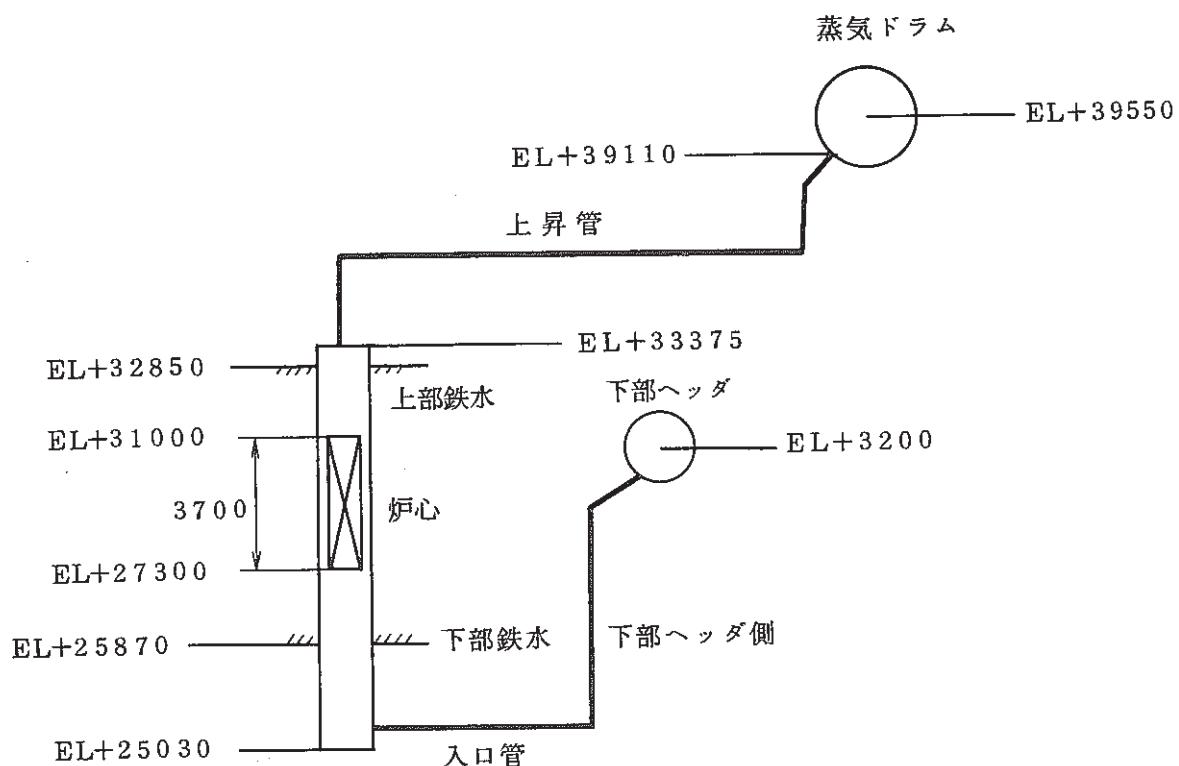


図3-17 原子炉一次系位置関係

4. 低出力時の制御棒引抜き解析（第一信号スクラム・第一信号無視）

(1) 解析項目

第一信号スクラム（定格16%出力スクラム）・第一信号無視（定格60%出力スクラム）の場合の解析を行った。

6つの炉心状態について制御棒引抜き時のピーク出力および燃料エンタルピー（非断熱）の最大値の評価をするとともに、代表的な初期炉心状態で制御棒引抜き速度と冷却材ボイドの発生に影響する冷却材即時加熱割合についての感度解析を行った。

解析ケースを表4-1に示す。

(2) 初期炉心状態に関する解析

初期炉心状態の異なる6炉心状態について、基準の制御棒引抜き速度での解析を行った。

3.(2)の解析条件に基づき解析した結果を表4-2～3に示す。（第一信号スクラムについては参考として、REACT-III・HEATUPによる高温待機の制御棒引抜きの解析結果も示した。）また、初期炉心状態について整理したピーク出力・ピーク出力時刻・全反応度ピーク値・燃料エンタルピー最大値（非断熱）を図4-1～8に示す。

第一信号スクラム時の解析について、図4-9に各炉心状態による原子炉出力の経時変化を、図4-10に各炉心状態による燃料エンタルピー（非断熱）の経時変化を示す。また、初期炉心状態①と⑥の各反応度・燃料中心温度・被覆管表面温度を図4-13～18に示す。

第一信号無視（定格60%出力スクラム）の解析について、図4-11に各炉心状態による原子炉出力の経時変化を、図4-12に各炉心状態による燃料エンタルピー（非断熱）の経時変化を示す。また、初期炉心状態①と⑥の各反応度・燃料中心温度・被覆管表面温度の経時変化を図4-19～24に示す。

いずれの場合とも、燃料温度上昇に伴うドブラー反応度により、反応度抑制効果が働き、全反応度は制御棒引抜きによる投入反応度とドブラー反応度で主に決定されている。ボイドが多量に発生する前に原子炉はスクラムされるので、ボイド反応度はほとんど投入されず、ボイド反応度の影響は小さい。

表4-2および表4-3、図4-1～8より、第一信号スクラム・第一信号無視ともピーク出力と全反応度は、初期出力・圧力・温度の小さい炉心状態①が最も大きいことがわかる。

これに対し、燃料エンタルピーは初期出力・圧力・温度の大きい炉心状態⑥が最も大きい。

ただし、燃料エンタルピー増加に大きな差は無い。また、ピーク出力時刻は初期出力・圧力・温度の小さい炉心状態①が最も遅くなっている。

過渡時の炉心出力は、炉心への投入反応度によって決まる炉周期と炉心初期出力で決定されるので、スクラムレベル（スクラム設定出力）が同じならば、初期出力の大きな方が小さな投入反応度で、すなわち炉周期の遅いうちにスクラムレベルに達する。このため、スクラムレベルに達してから実際にスクラムが開始されるまでの出力上昇率が小さく、ピーク出力が小さくなる。

また、上記の理由でスクラムレベル到達後からエンタルピーピークまでの炉心積分エネルギーが、初期出力の大きな炉心状態の場合は小さくなる。このため、燃料エンタルピー増加は初期出力の大きな炉心状態の方が小さい。しかし、初期出力の大きな炉心状態は、初期の燃料エンタルピーはもともと大きな値である。増加分に際立った差がないため、初期出力の大きな炉心状態のもの程大きくなっている。

第一信号スクラムについては、参考に添付解析である高温待機の制御棒引抜き解析の結果を示した。いずれの場合ともこの解析結果に包絡されている。

(3) 制御棒引抜き反応度投入速さに関する感度解析

(2)の解析より、ピーク出力・燃料エンタルピーの最も厳しい結果を示した炉心状態①と⑥について、制御棒引抜き反応度投入速さについての感度解析を行った。

制御棒引抜きによる反応度投入速さは、制御棒引抜き速度の上限値に余裕を考慮し引抜き反応度価値の最大値から設定した $6.0 \times 10^{-4} \Delta k / k / s$ を越えることはない。しかし、ここでは感度を見るという目的で仮想的に投入速さを 2 倍・10倍にした場合についても解析を行った。

解析はスクラム第一信号無視の場合についてのみ実施した。

解析結果を表 4-4～5 に示す。また、制御棒投入反応度速さについて整理したピーク出力・ピーク出力時刻・全反応度ピーク値・燃料エンタルピー最大値（非断熱）を図 4-25～28 に示す。

炉心状態①について、図 4-30・31 反応度投入速さによる炉出力・燃料エンタルピーの経時変化を示す。また図 4-32～34 に各反応度の経時変化を示す。炉心状態①について、図 4-35・36 反応度投入速さによる出力燃料エンタルピーの経時変化を示す。また図 4-37～41 に各反応度の経時変化を示す。

どの場合ともボイド反応度はほとんど投入されておらず、ボイド反応度の影響は小さい。

ピーク出力・全反応度ピーク値は投入反応度速さの速い場合ほど大きい。

反応度投入速さが遅い場合には、炉心出力がゆっくり上昇していくため中性子束（炉心出

力) 増加に対し燃料温度上昇が追従しやすくなる。このため、制御棒引抜きによる投入反応度がドブラー反応度フィードバックによって補償され、全反応度が抑えられるので出力の変化率が小さい状態でスクラムレベルに到達し、炉心出力のピークが小さくなる。そのかわり、出力変化率が相対的に小さいのでピーク出力時刻は遅くなる。

燃料エンタルピーは反応度投入速さを速くした場合、ピーク値が大きくなり、ピーク発生時刻が早くなっている。しかし、炉心状態⑥では反応度投入速さを遅くした場合でも大きくなっている。

上記のように、反応度投入速さを速くした場合、出力の変化率が大きくスクラムレベル到達までの時間が早く、スクラムレベル到達からスクラム開始までの出力の上昇が大きくなる。

燃料エンタルピー評価の観点で出力の積分エネルギーを見ると、反応度投入速さが速くなかった場合はスクラムレベル到達までの積分エネルギーが減少するが、スクラムレベル到達後から燃料エンタルピーピーク時までの積分エネルギーが増加する。逆に反応度投入速さが遅い場合にはスクラムレベル到達までの積分エネルギーが増加し、スクラムレベル到達後の積分エネルギーが減少する。図4-29に炉心状態⑥の解析について、スクラムレベル到達までの積分エネルギー(燃料中に発生したエネルギーの時間積分値)とスクラムレベル到達時から燃料エンタルピーピーク時までの積分エネルギーを示す。炉心状態⑥では基準の反応度投入速さより遅くした解析では、スクラムレベル到達までの積分エネルギーの方がスクラムレベル到達後の積分エネルギーより大きくなっており、このため反応度投入速さを基準値より小さくした場合にも燃料エンタルピーが大きくなる。

燃料エンタルピー評価は、反応度投入事象に際して評価されるものであり、反応度投入事象は「臨界又は臨界近傍の原子炉に、原則的に1ドル以上の反応度が急激に投入されることによって、原子炉出力の上昇とそれに伴う原子炉燃料のエンタルピ増大が生じる事象」と定義され、反応度投入量が1ドル未満であっても、対象事象における燃料挙動が1ドル以上の場合と基本的に類似する場合の事象である。炉心状態⑥で反応度投入速さを基準より遅くした解析では、炉心への全投入反応度は1ドルを十分下回ると共に投入速さが遅くなるに従って小さな値になる。また、スクラムレベル到達までの積分エネルギーのほうが、スクラムレベル到達後の積分エネルギーより大きい。このことは、出力の急上昇により断熱的に燃料のエネルギーが増加しているのではなく、むしろ準静的に制御棒を引き抜いていった場合に近くなっていることを示している。

(4) 冷却材の即時加熱効果に関する感度解析

原子炉には中性子の減速エネルギー等の直接冷却材を加熱する熱源がわずかに存在する。この発熱による反応度フィードバック効果が冷却材即時加熱効果である。この発熱源は全核分裂の発生エネルギーに対して、冷却材中中性子減速0.36%・冷却材中 γ 発熱0.12%で、直接冷却材加熱に寄与するのは合計0.48%であり、わずかである。

しかし、わずかではあっても直接冷却材中の発熱があることは、出力上昇を引き起こす制御棒引抜き事象において即効的に正の冷却材反応度（ボイド反応度・温度反応度）が投入される可能性のあることを示すものである。

このため炉心初期状態⑥で、冷却材即時加熱割合を仮想的に2倍・10倍にした場合の解析を行い、その効果について明らかにする。

なお、即時加熱は減速材中にも存在するが、冷却材ボイドおよび冷却材温度反応度が大多に投入されることが有るのかどうかという点についての解析があるので減速材中の即時加熱効果は無視している。

解析結果を表4-6に示す。冷却材即時加熱割合を10倍にした場合でも炉心出力のピーク値を4%増加させるにすぎず、燃料エンタルピーは逆に1%減少しており、有意な差はみられない。

つまり本解析上冷却材即時加熱効果は重要な役割をしておらず、即効的な冷却材反応度投入効果は極めて小さいことがわかる。

(5) まとめ

以上の解析から次のことが明らかになった。

- ① 添十相当事象として観た場合、低出力時の制御棒引抜きの燃料エンタルピーの最大値は約27cal/g（非断熱）であり、高温待機からの制御棒引抜きに包絡され安全上とくに問題とはならない。
- ② スクラム第一信号無視の場合の燃料エンタルピー（非断熱）は反応度投入評価指針の判断基準（230cal/g）を十分下回り、特に問題とはならない。
- ③ 第一信号スクラム・第一信号無視では、大きなボイド反応度投入前に原子炉はスクラムされるのでボイド反応度の影響は小さい。
- ④ 第一信号スクラム・第一信号無視とも、ピーク出力は初期炉心出力の小さい方が大きいが、燃料エンタルピーは初期炉心出力の大きな場合のほうが大きくなる。

- ⑤ 反応度投入速さは一般に速いほうが厳しいが、ある値以下になると、準静的に制御棒を引き抜いた状態に近くなり、燃料エンタルピーは大きくなる傾向にある。
- ⑥ 冷却材即時加熱効果の影響は極めて小さい。

表4-1 ふげん低出力時の制御棒引抜き解析の解析ケース（第一信号スクラム、第一信号無視）

スクラム	制御棒反応度投入速さ ($\Delta k / k / s$)	冷却材即時加熱割合 (%)	ケース ① 0.5 %出力 120°C	ケース ② 1.9 %出力 151°C	ケース ③ 2.4 %出力 178°C	ケース ④ 3.6 %出力 210°C	ケース ⑤ 3.95 %出力 249°C	ケース ⑥ 4.5 %出力 277°C
第一信号 (16% スクラム)	$6.0 \times 10^{-4} \times 1/2$	0.48						
	6.0×10^{-4}	0.48	○	○	○	○	○	○
	$6.0 \times 10^{-4} \times 2$	0.48						
第一信号 無視 (60% スクラム)	$6.0 \times 10^{-4} \times 1/4$	0.48						○
	$6.0 \times 10^{-4} \times 1/2$	0.48	○					○
	6.0×10^{-4}	0.48	○	○	○		○	○
		0.48×2	○					○
		0.48×10						○
	$6.0 \times 10^{-4} \times 2$	0.48	○					○
	$6.0 \times 10^{-4} \times 10$	0.48						○

○ — 解析を実施したケースを示す。

表4-2 ふげん低出力時の制御棒引抜き解析の解析結果(第一信号スクラム 制御棒反応度投入速さ 6.0×10^{-4})

解析ケース (初期炉心 状態)	熱出力ピーク : MWth (時刻:秒)	全反応度ピーク時の各反応度 : ドル					初期エンタルピー : cal/g	Δ エンタルピー : cal/g	最高燃料エンタル ピー : cal/g (時刻:秒)
		全反応度 (時刻:秒)	投入反応度	ドブラー 反応度	ボイド 反応度	冷却材温度 反応度			
① [0.5%出力] 120°C	166 (7.5)	0.940 (7.4)	0.974	-0.046	0	0.012	7.2	4.6	11.8 (8.2)
② [1.9%出力] 151°C	161 (6.4)	0.784 (6.3)	0.827	-0.058	0	0.015	10.9	4.9	15.8 (7.1)
③ [2.4%出力] 178°C	156 (6.0)	0.763 (6.0)	0.785	-0.056	0	0.034	13.3	4.7	18.0 (6.7)
④ [3.6%出力] 210°C	137 (5.5)	0.686 (5.4)	0.714	-0.051	0.006	0.017	17.0	4.2	21.2 (6.1)
⑤ [3.95%出力] 249°C	135 (5.3)	0.672 (5.3)	0.693	-0.047	0.020	0.006	20.0	4.1	24.1 (5.3)
⑥ [4.5%出力] 277°C	130 (5.1)	0.641 (5.0)	0.662	-0.034	0	0.014	22.7	3.8	26.5 (5.7)
(参考) 高温待機 [0.1%出力] 280°C	596 (8.5)	1.05 (8.1)	1.08	-0.04	0	0.01	19.0	13.0	32.0 (9.3)

表4-3 ふげん低出力時の制御棒引抜き解析の解析結果（第一信号無視） 制御棒反応度投入速さ 6.0×10^{-4}

解析ケース (初期炉心 状態)	熱出力ピーク : MWth (時刻:秒)	全反応度ピーク時の各反応度 : ドル					初期エンタルピー : cal/g	Δ エンタルピー : cal/g	最高燃料エンタル ピー* : cal/g (時刻:秒)
		全反応度 (時刻:秒)	投入反応度	ドブラー 反応度	ボイド 反応度	冷却材温度 反応度			
ケース① [0.5 %出力] 120°C	692 (8.3)	0.964 (7.9)	1.042	-0.103	0	0.024	7.2	17.7	24.9 (9.1)
ケース② [1.9 %出力] 151°C	669 (7.7)	0.842 (7.4)	0.969	-0.165	0	0.038	10.9	19.5	30.4 (8.4)
ケース③ [2.4 %出力] 178°C	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ
ケース⑤ [3.95 %出力] 249°C	678 (7.1)	0.832 (7.0)	0.916	-0.179	0.074	0.021	20.0	20.3	40.3 (6.1)
ケース⑥ [4.5 %出力] 277°C	622 (7.0)	0.802 (6.9)	0.903	-0.156	0.003	0.052	22.7	19.3	42.0 (7.6)

△ 計算途中ストップ

*燃料エンタルピーは非断熱 (EUREKA-2 計算値)

表4-4 ふげん低出力時の制御棒引抜き解析 制御棒引抜き速度について(第一信号無視 炉心初期状態①)

制御棒引抜き速度 (基準値* ×)	熱出力ピーク : MWth (時刻:秒)	全反応度ピーク時の各反応度 : ドル					初期エンタルピー : cal/g	△エンタルピー : cal/g	最高燃料エンタル ピー** : cal/g (時刻:秒)
		全反応度 (時刻:秒)	投入反応度	ドブラー 反応度	ボイド 反応度	冷却材温度 反応度			
×1/2	494 (14.0)	0.811 (13.5)	0.889	-0.120	0	0.043	7.2	13.7	20.9 (14.7)
×1	692 (8.3)	0.964 (7.9)	1.042	-0.103	0	0.024	7.2	17.7	24.9 (9.1)
×2	2815 (5.1)	1.148 (4.7)	1.229	-0.094	0	0.013	7.2	36.7	43.9 (5.8)

*基準値 $6.0 \times 10^{-4} \Delta k / k / s$

**燃料エンタルピーは非断熱(EUREKA-2 計算値)

表4-5 ふげん低出力時の制御棒引抜き解析 制御棒引抜き速度について(第一信号無視 炉心初期状態①)

制御棒引抜き速度 (基準値* ×)	熱出力ピーク : MWth (時刻:秒)	全反応度ピーク時の各反応度 : ドル					初期エンタルピー : cal/g	△エンタルピー : cal/g	最高燃料エンタルピー** : cal/g (時刻:秒)
		全反応度 (時刻:秒)	投入反応度	ドブラー 反応度	ボイド 反応度	冷却材温度 反応度			
× 1 / 4	3 5 5 (2 1 . 1)	0 . 4 9 7 (2 0 . 4)	0 . 6 0 5	- 0 . 1 7 8	0 . 0 0 9	0 . 0 6 1	2 2 . 7	2 8 . 6	5 1 . 3 (2 1 . 6)
× 1 / 2	4 3 0 (1 1 . 8)	0 . 6 4 4 (1 1 . 6)	0 . 7 5 9	- 0 . 1 8 5	0 . 0 0 8	0 . 0 6 3	2 2 . 7	2 0 . 7	4 3 . 4 (1 2 . 4)
× 1	6 2 2 (7 . 0)	0 . 8 0 2 (6 . 9)	0 . 9 0 3	- 0 . 1 5 6	0 . 0 0 3	0 . 0 5 2	2 2 . 7	1 9 . 3	4 2 . 0 (7 . 6)
× 2	1 3 0 1 (4 . 3)	0 . 9 8 1 (4 . 2)	1 . 0 9 8	- 0 . 1 5 9	0	0 . 0 4 2	2 2 . 7	2 8 . 1	5 0 . 8 (5 . 0)
× 1 0	4 8 2 6 (1 . 7)	1 . 2 9 7 (1 . 0)	1 . 3 1 3	- 0 . 0 1 7	0	0 . 0 0 2	2 2 . 7	6 9 . 2	*** 9 1 . 9 (2 . 2)

* 基準値 $6.0 \times 10^{-4} \Delta k / k / s$

** 燃料エンタルピーは非断熱 (EUREKA-2 計算値)

*** 上昇中の値である。

表4-6 ふげん低出力時の制御棒引抜き解析 冷却材即時加熱割合について（第一信号無視 炉心初期状態⑥）

制御棒引抜き速度 (基準値* ×)	熱出力ピーク : MWth (時刻 : 秒)	全反応度ピーク時の各反応度 : ドル					初期エンタルピー : cal/g	△エンタルピー : cal/g	最高燃料エンタル ピー** : cal/g (時刻 : 秒)
		全反応度 (時刻 : 秒)	投入反応度	ドプラー 反応度	ボイド 反応度	冷却材温度 反応度			
0.48 × 1	622 (7.0)	0.802 (6.9)	0.903	-0.156	0.003	0.052	22.7	19.3	42.0 (7.6)
0.48 × 2	624 (7.0)	0.804 (6.9)	0.903	-0.156	0.003	0.054	22.7	19.3	42.0 (7.6)
0.48 × 10	645 (6.9)	0.813 (6.8)	0.896	-0.149	0.005	0.061	22.6	18.9	41.5 (7.6)

*原子炉エネルギーバランスから設定された値は熱出力の0.48%

**燃料エンタルピーは非断熱(EUREKA-2 計算値)

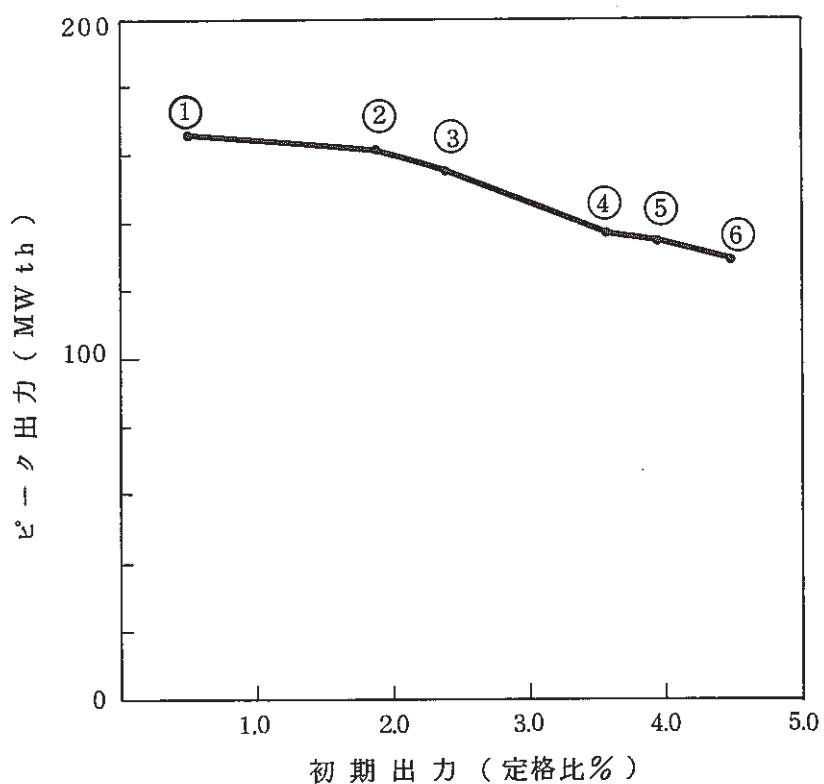


図 4 - 1 初期状態によるピーク出力 (第一信号スクラム)

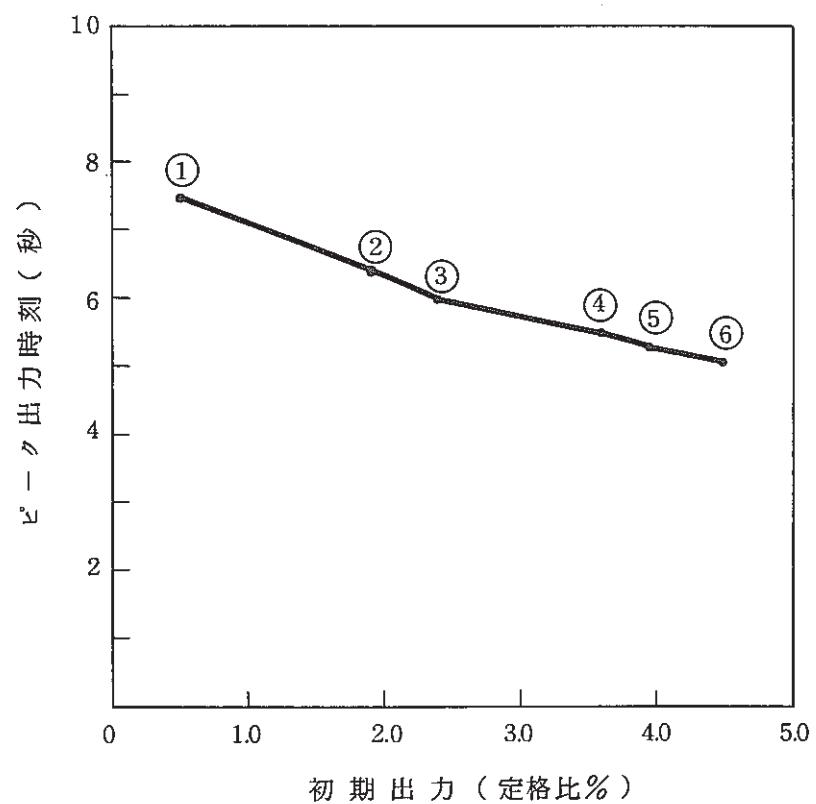


図 4 - 2 初期状態によるピーク出力時刻 (第一信号スクラム)

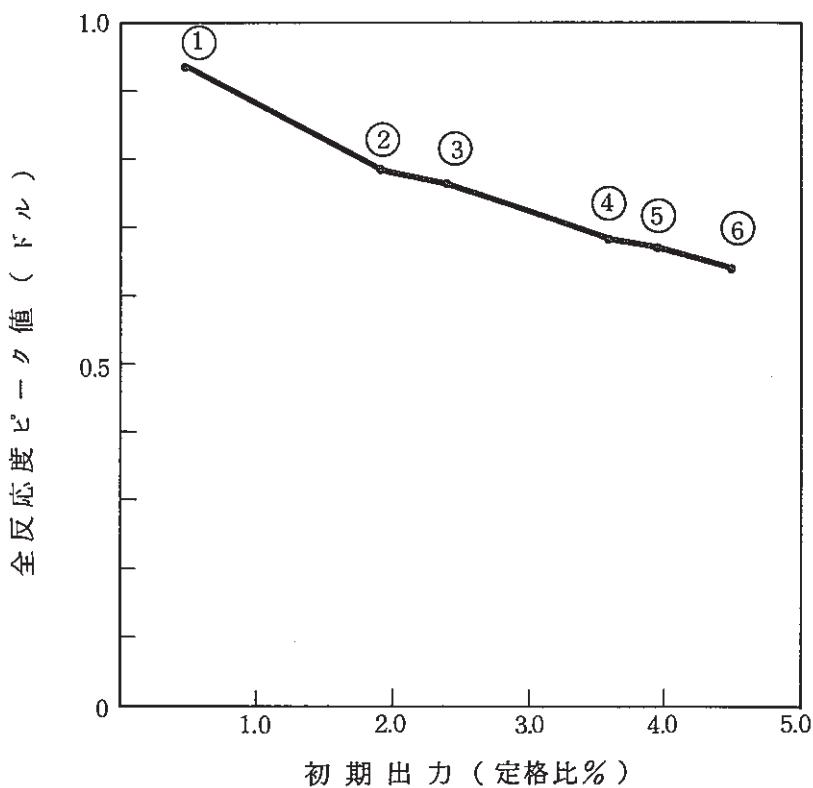


図 4-3 初期状態による全反応度ピーカ (第一信号スクラム)

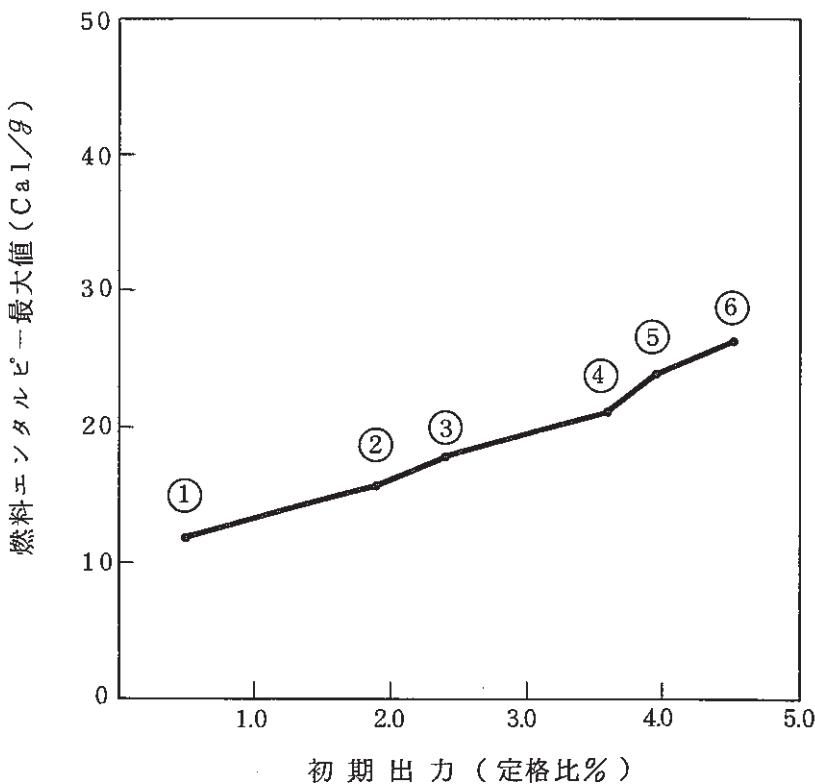


図 4-4 初期状態による燃料エンタルピー (第一信号スクラム)

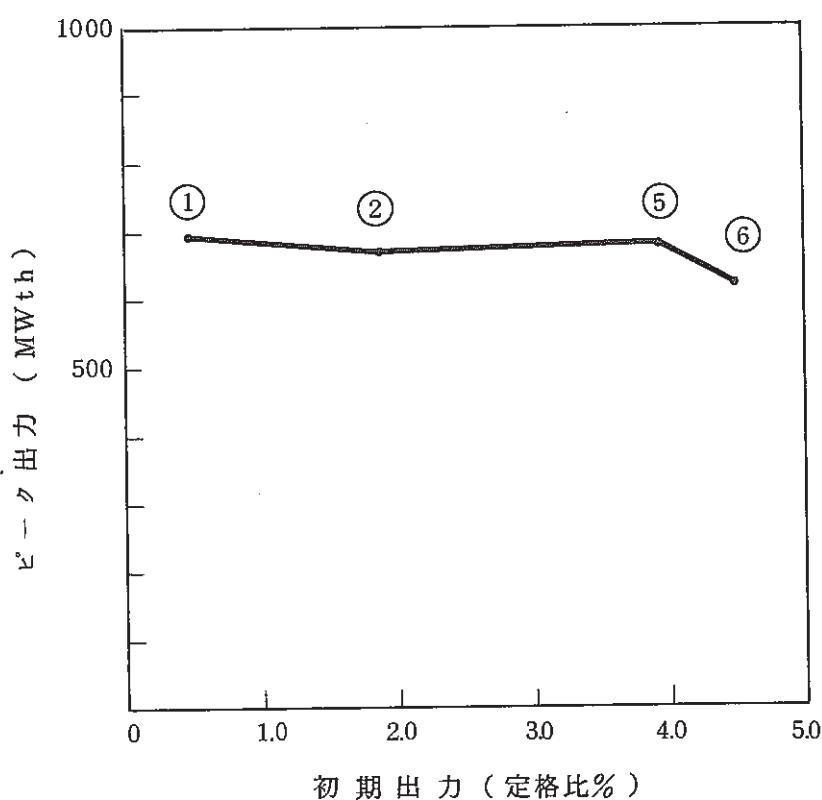


図 4-5 初期状態によるピーク出力 (スクラム第一信号無視)

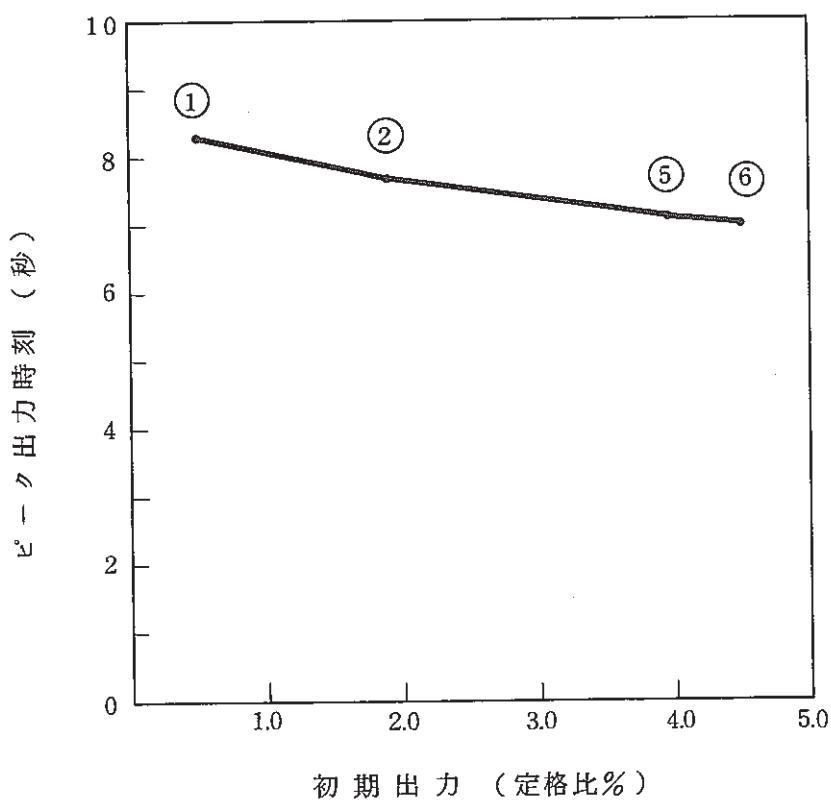


図 4-6 初期状態によるピーク出力時刻 (スクラム第一信号無視)

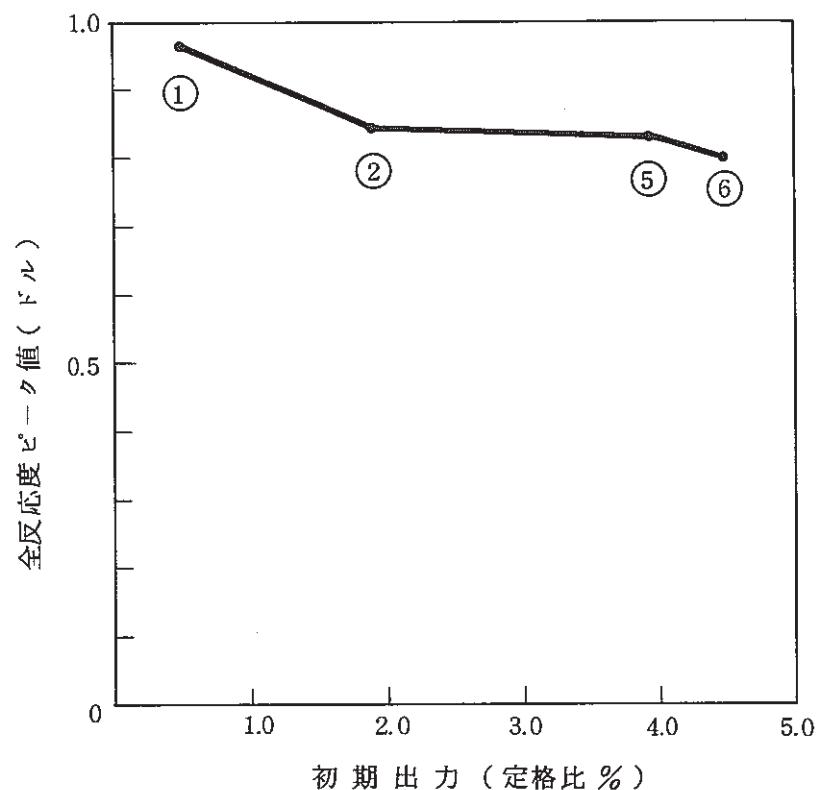


図 4-7 初期状態による全反応度ピーカ (スクラム第一信号無視)

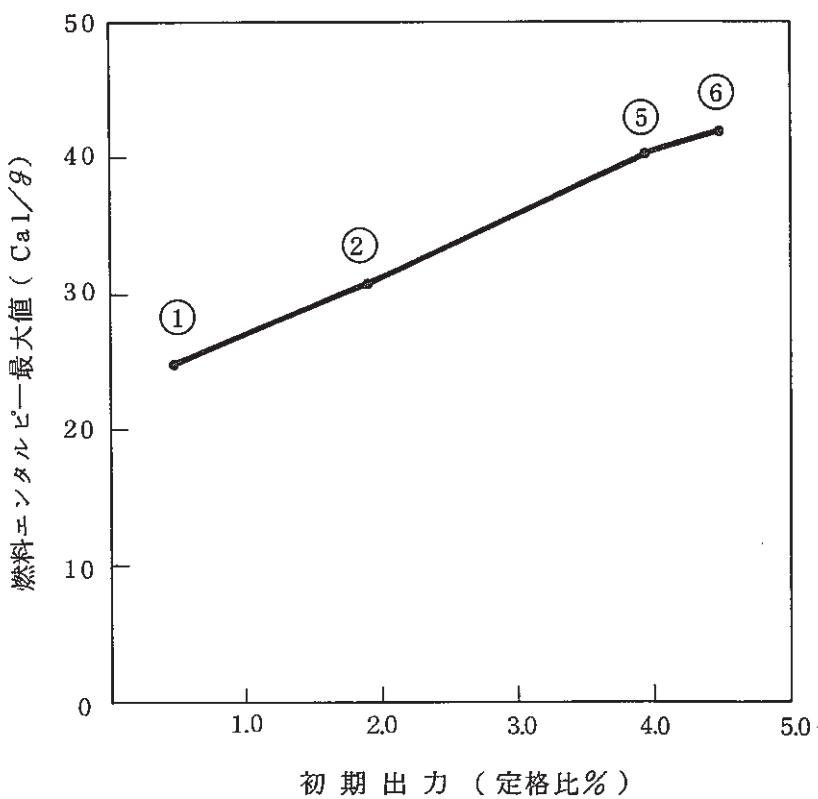


図 4-8 初期状態による燃料エンタルピー (スクラム第一信号無視)

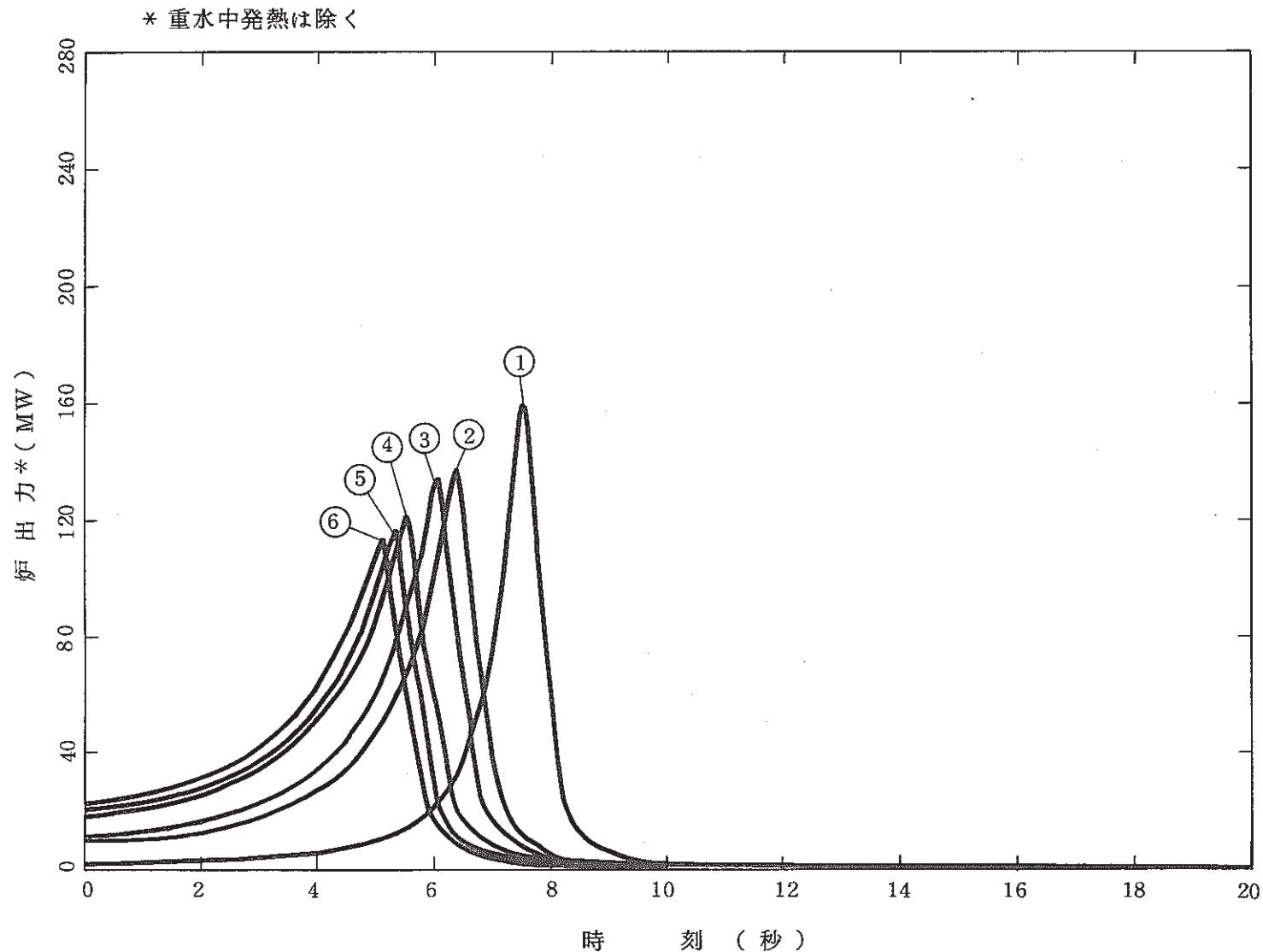


図 4-9　炉心出力の経時変化（第一信号スクラム）

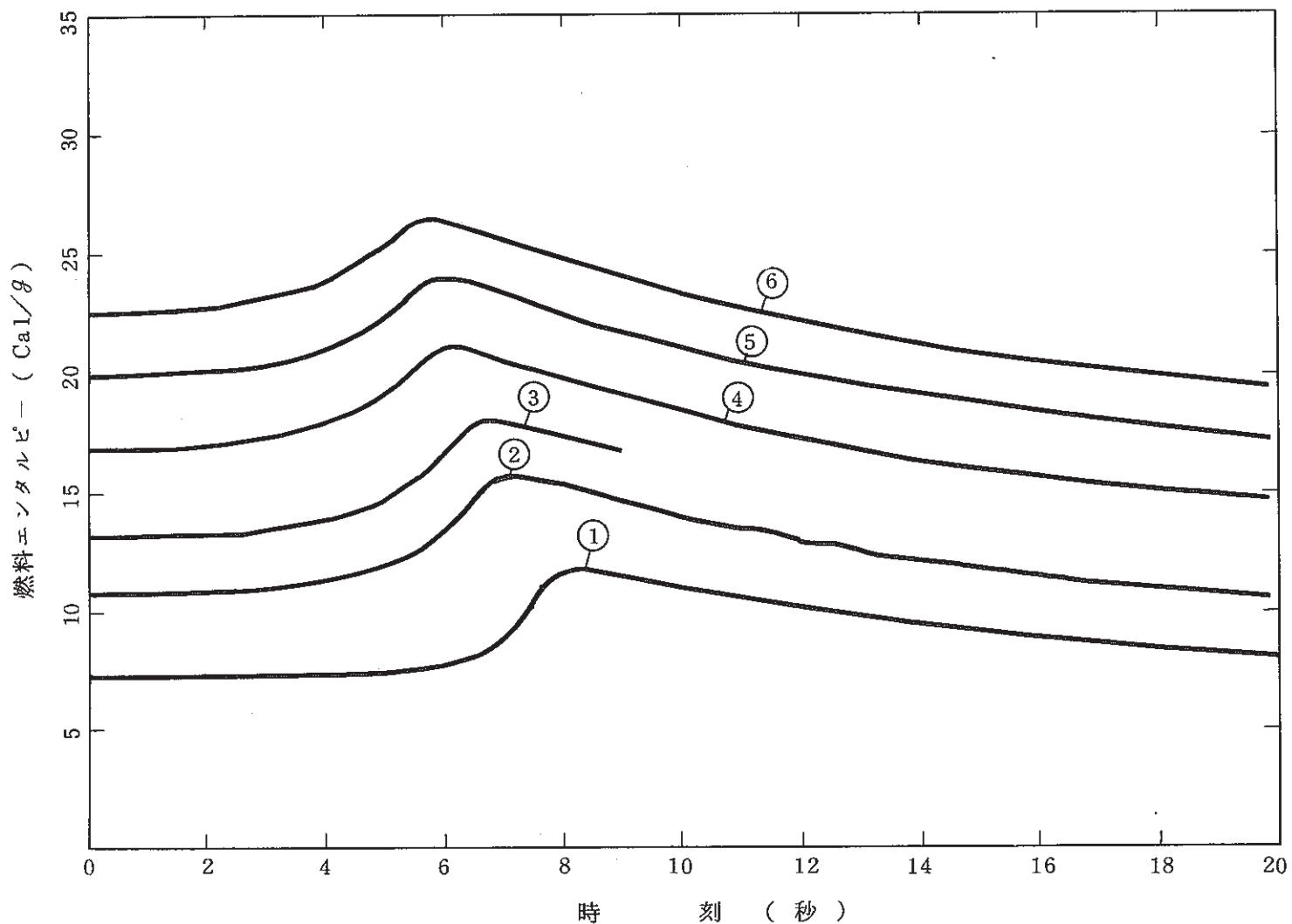


図 4-10 燃料エンタルピー(非断熱)の経時変化(第一信号スクラム)

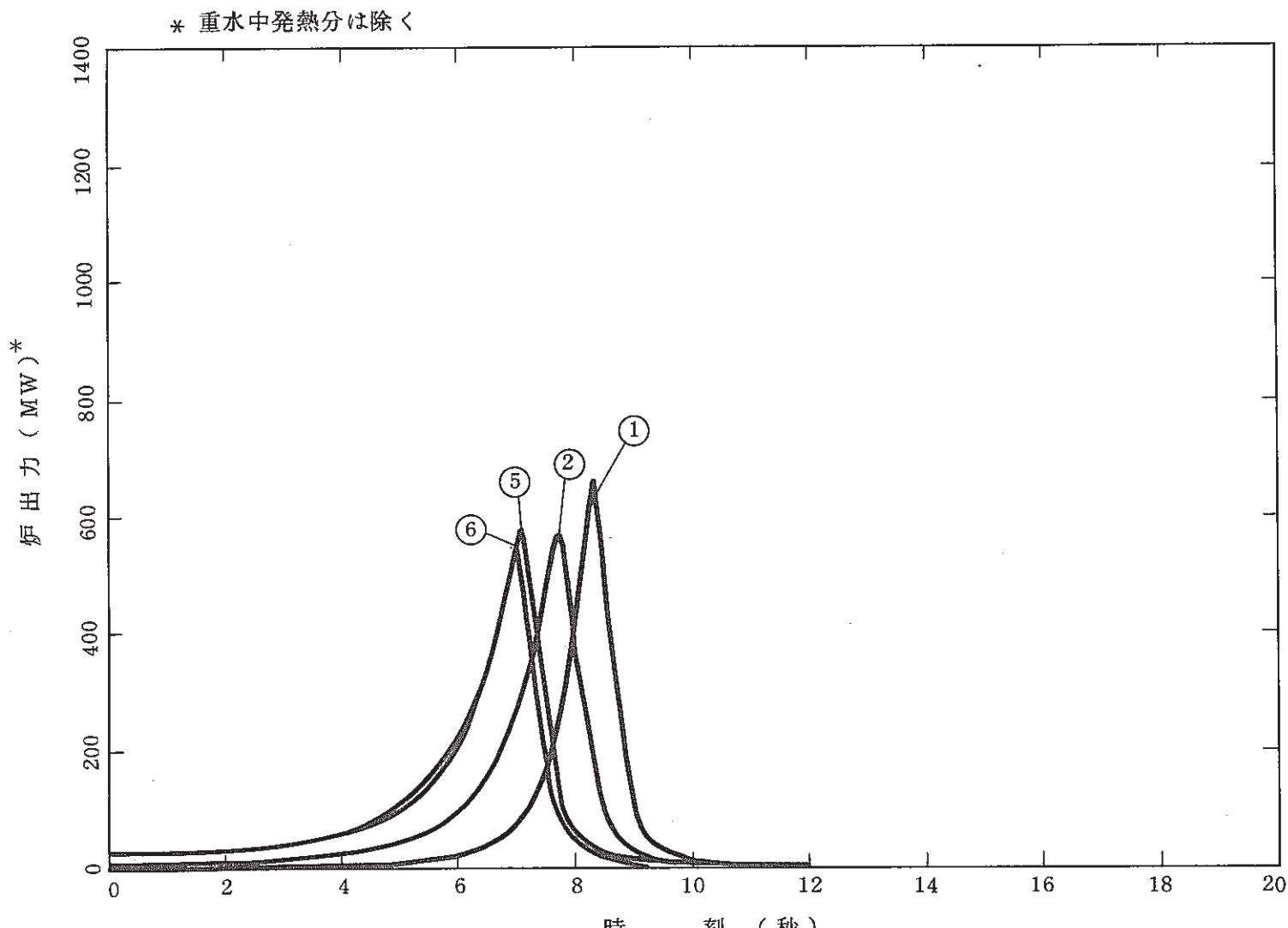


図 4-11 炉心出力の経時変化（第一信号無視）

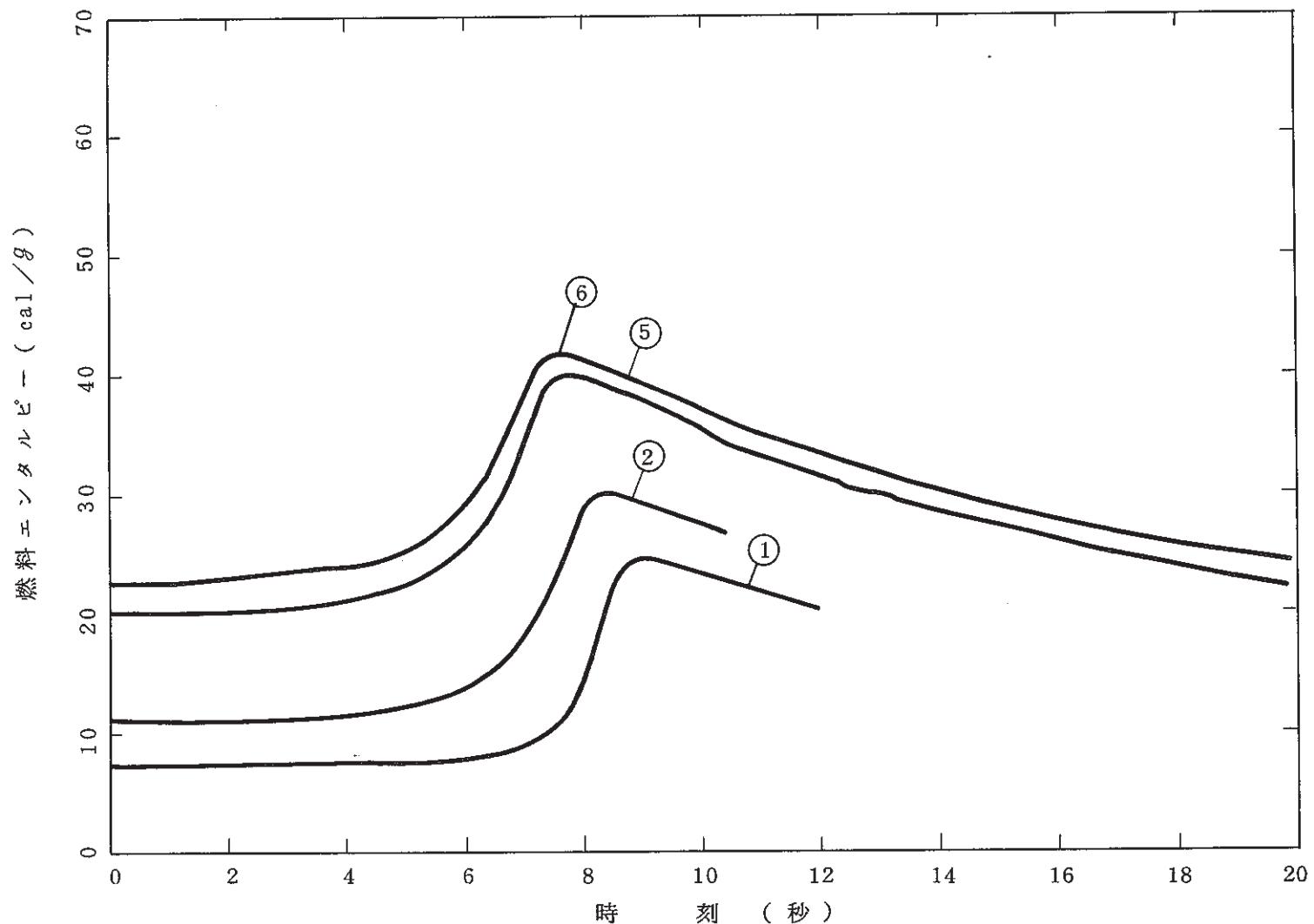


図 4-12 燃料エンタルピー(非断熱)の経時変化(第一信号無視)

- 5 -

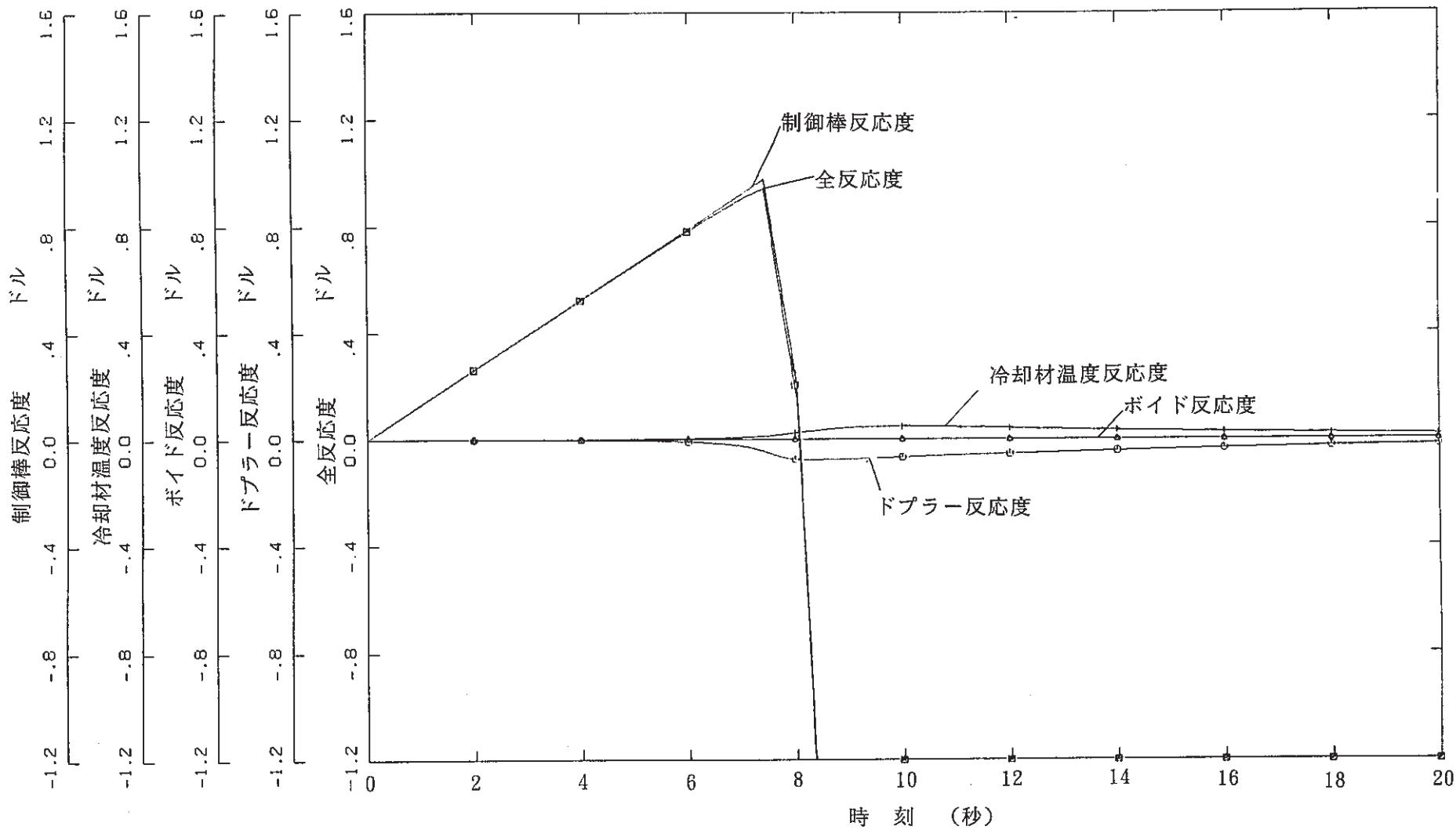


図 4-13 各反応度の経時変化（炉心状態①、第一信号スクラム）

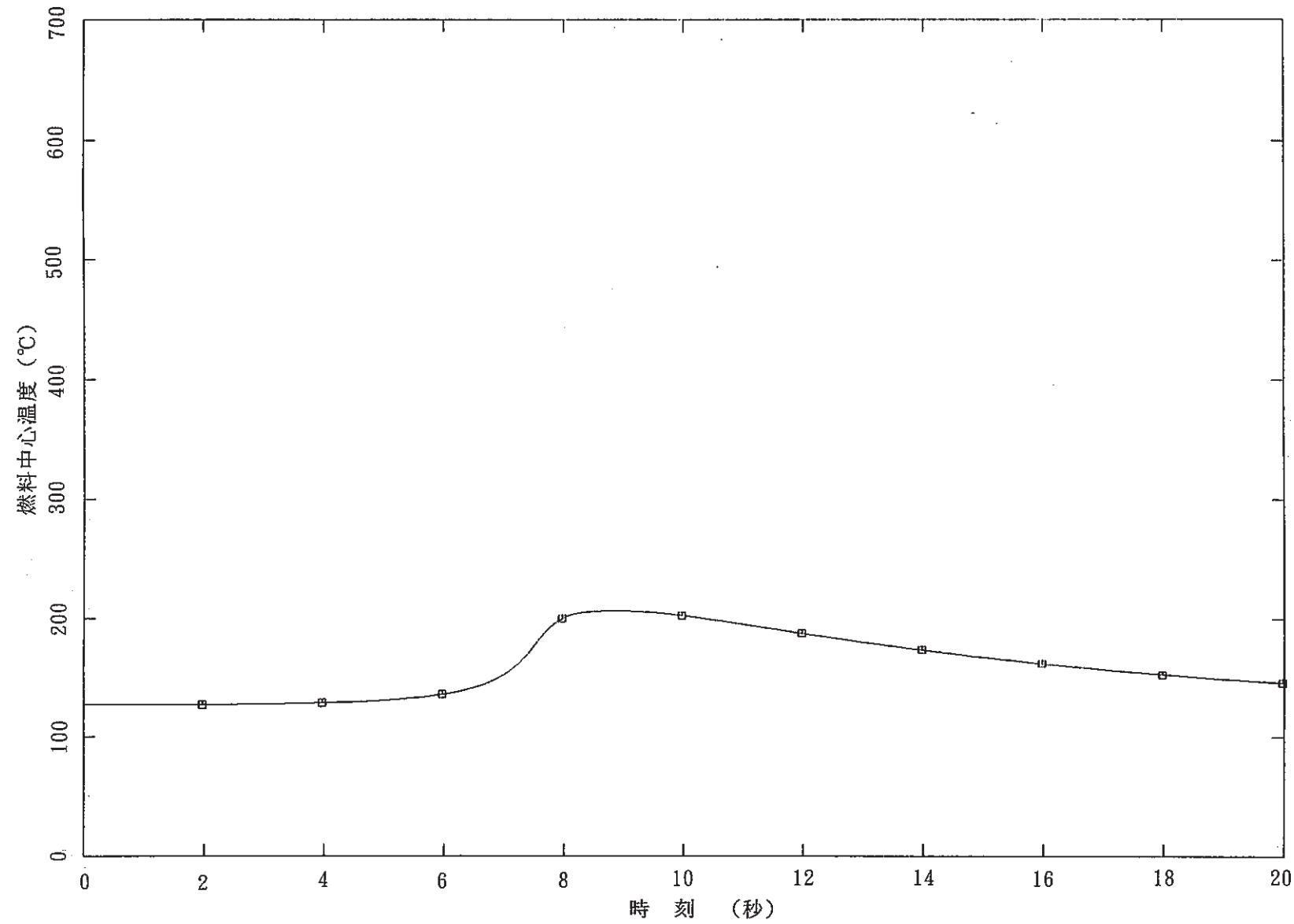


図 4-14 燃料中心温度（炉心状態①、第一信号スクラム）

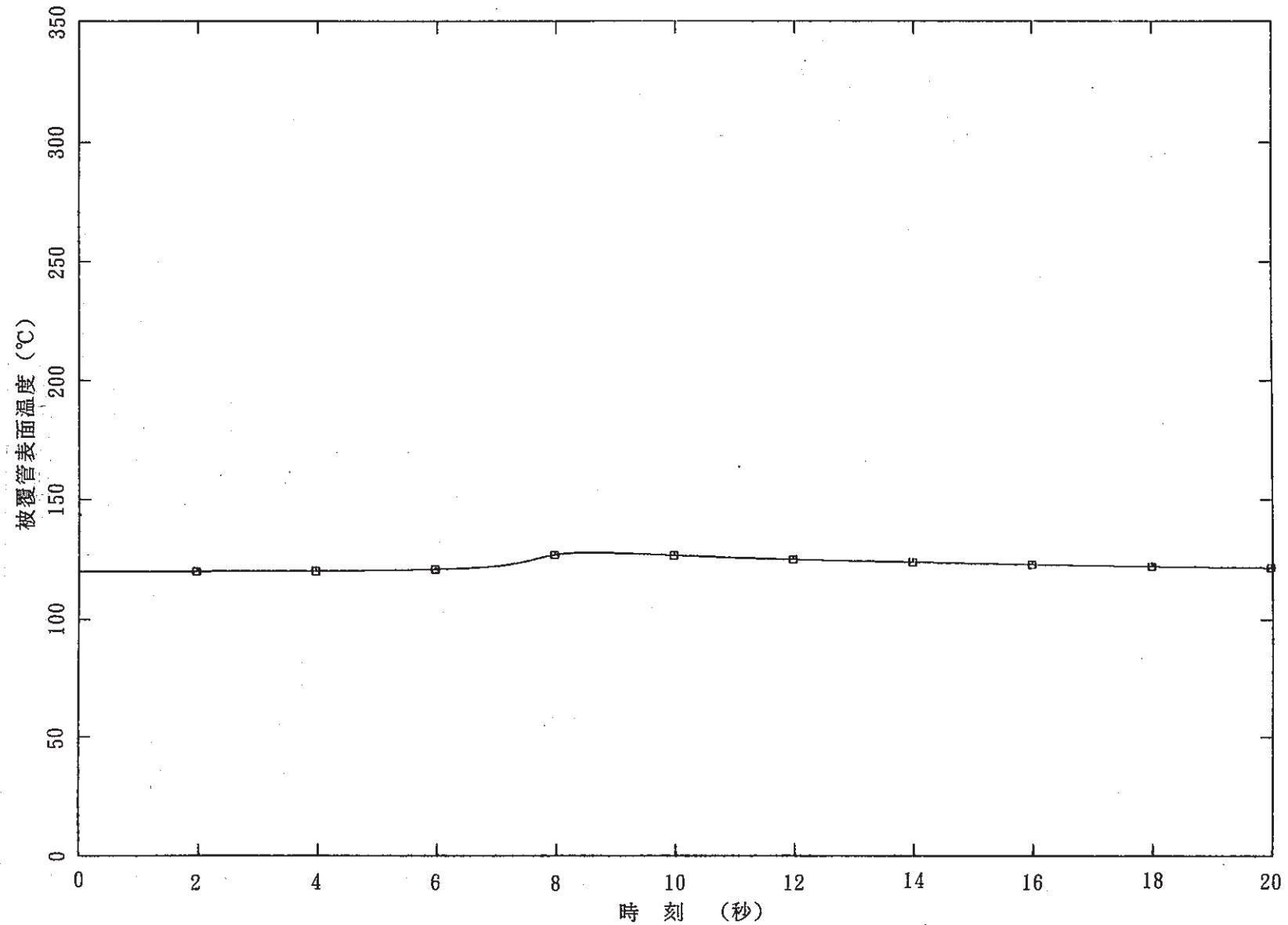


図 4-15 被覆管表面温度（炉心状態①、第一信号スクラム）

- 8 -

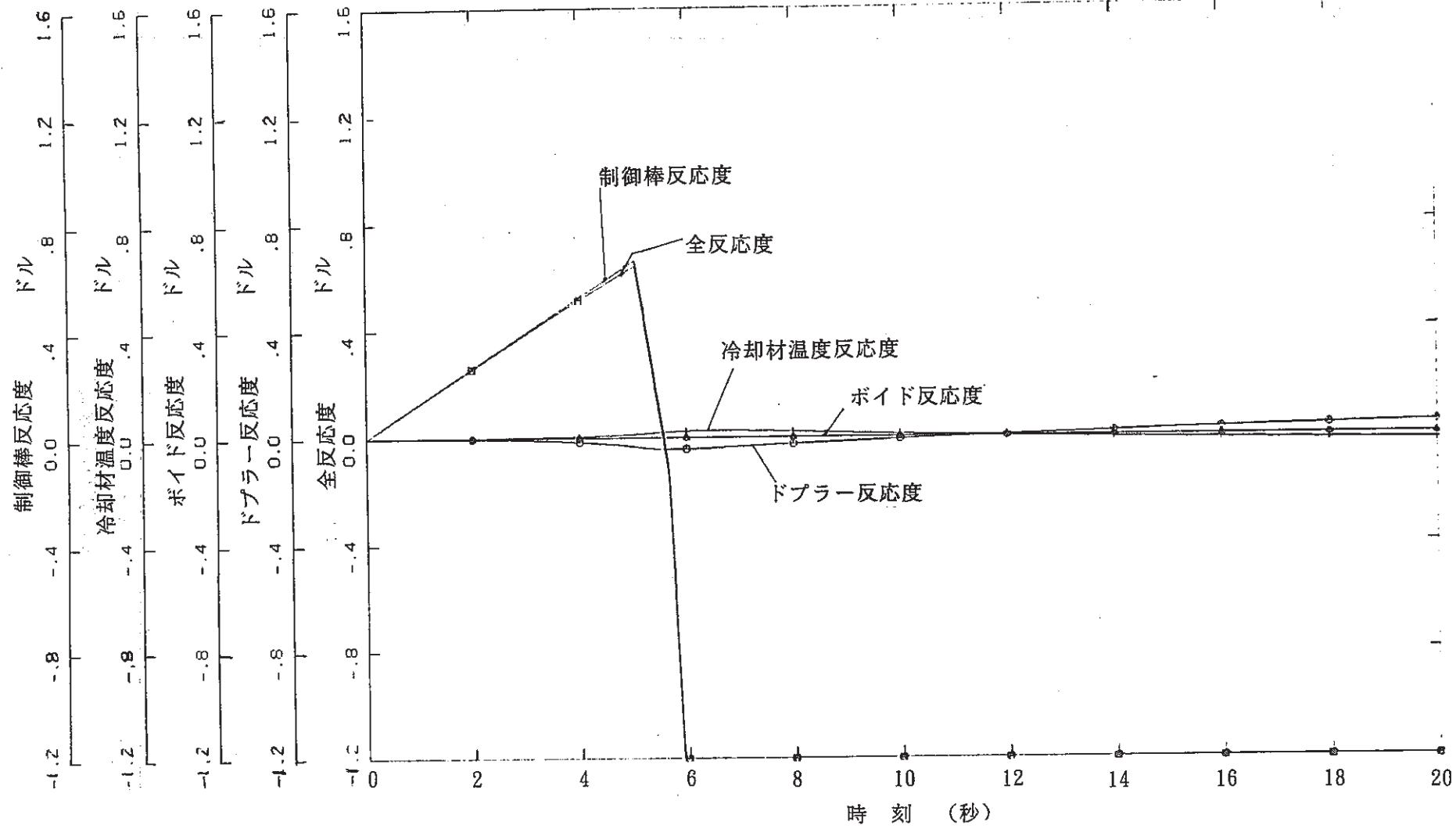


図 4-16 各反応度の経時変化（炉心状態⑥、第一信号スクラン）

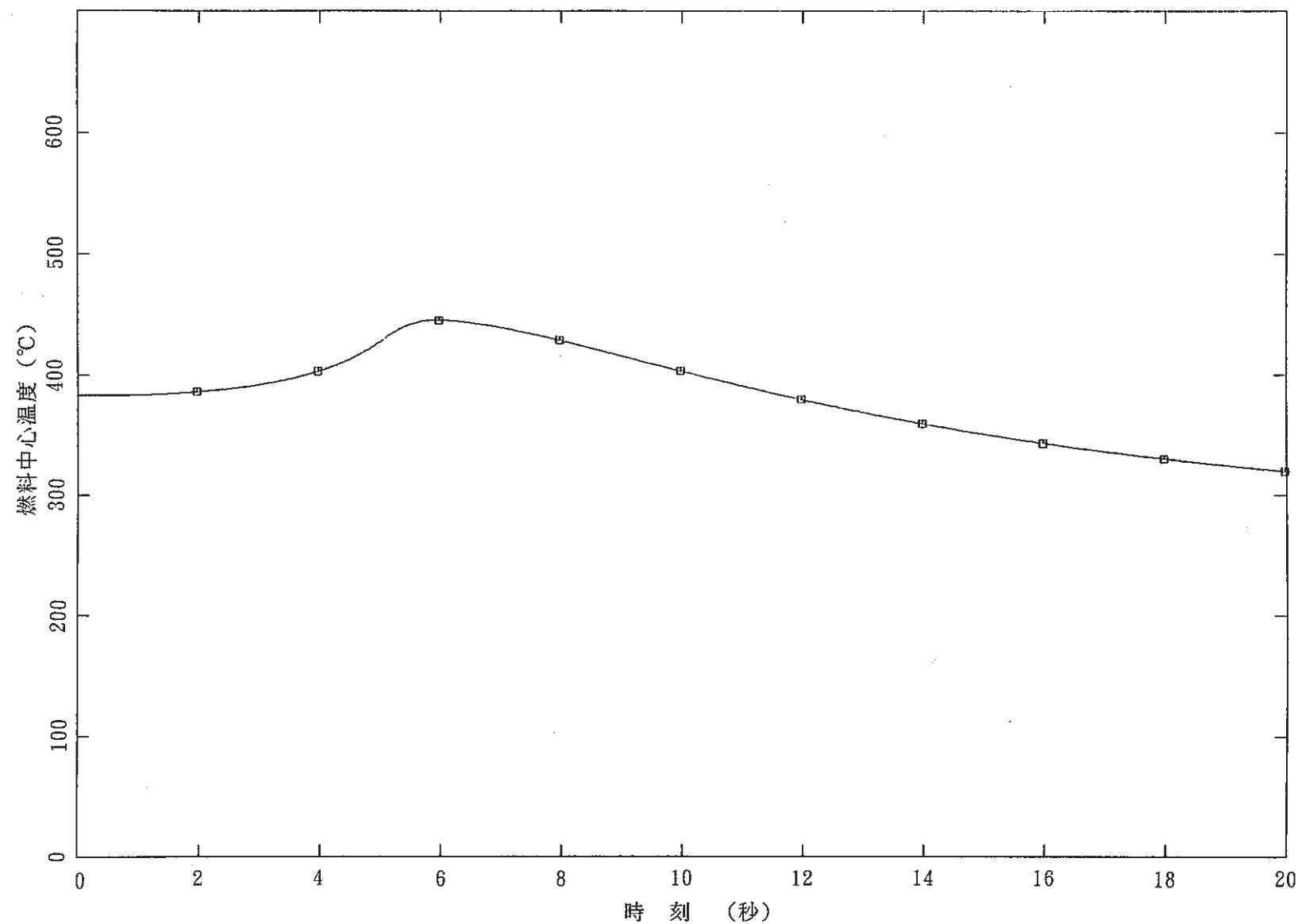


図 4-17 燃料中心温度（炉心状態⑥、第一信号スクラム）

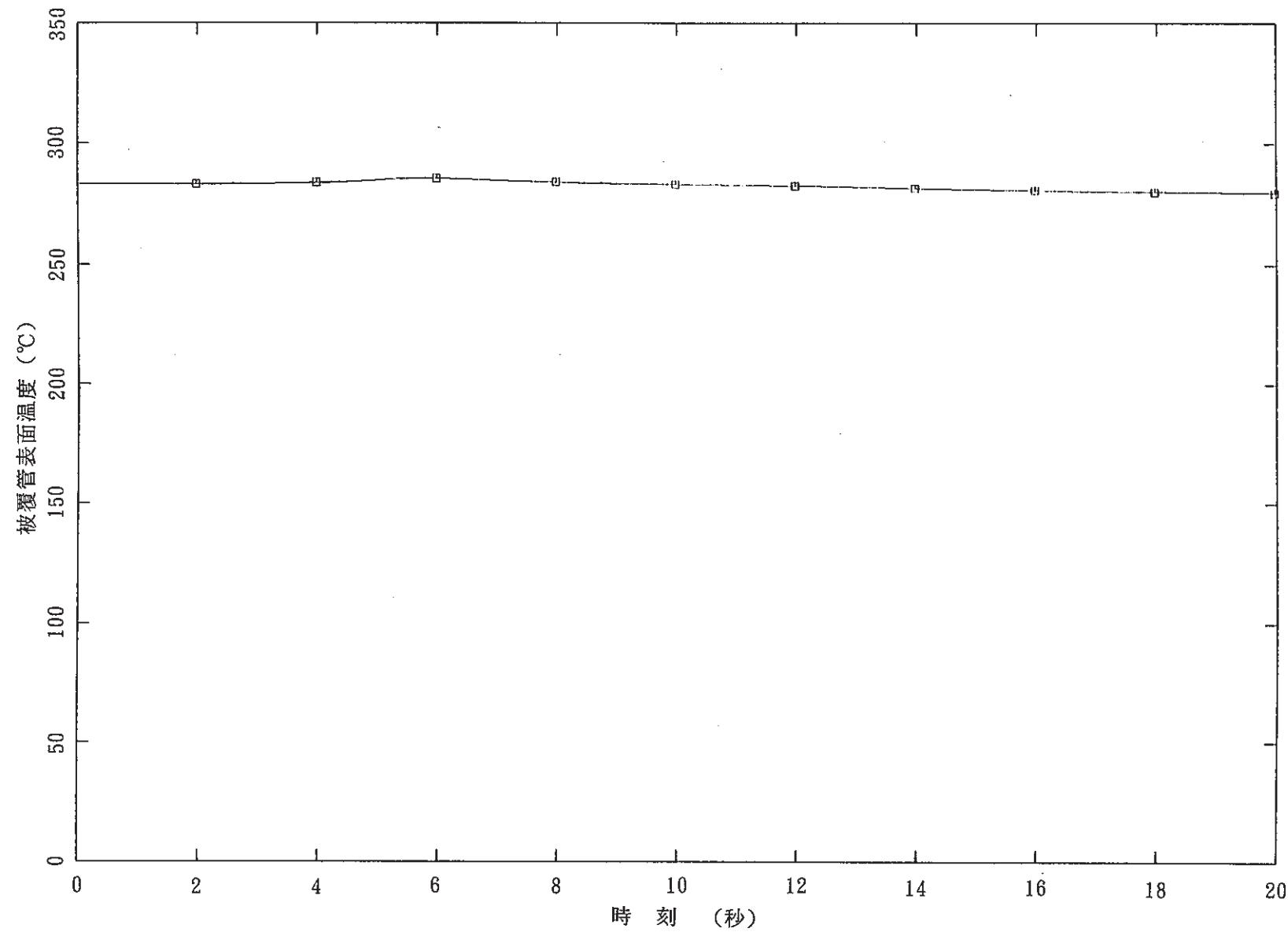


図 4-18 被覆管表面温度（炉心状態⑥、第一信号無視）

- 15 -

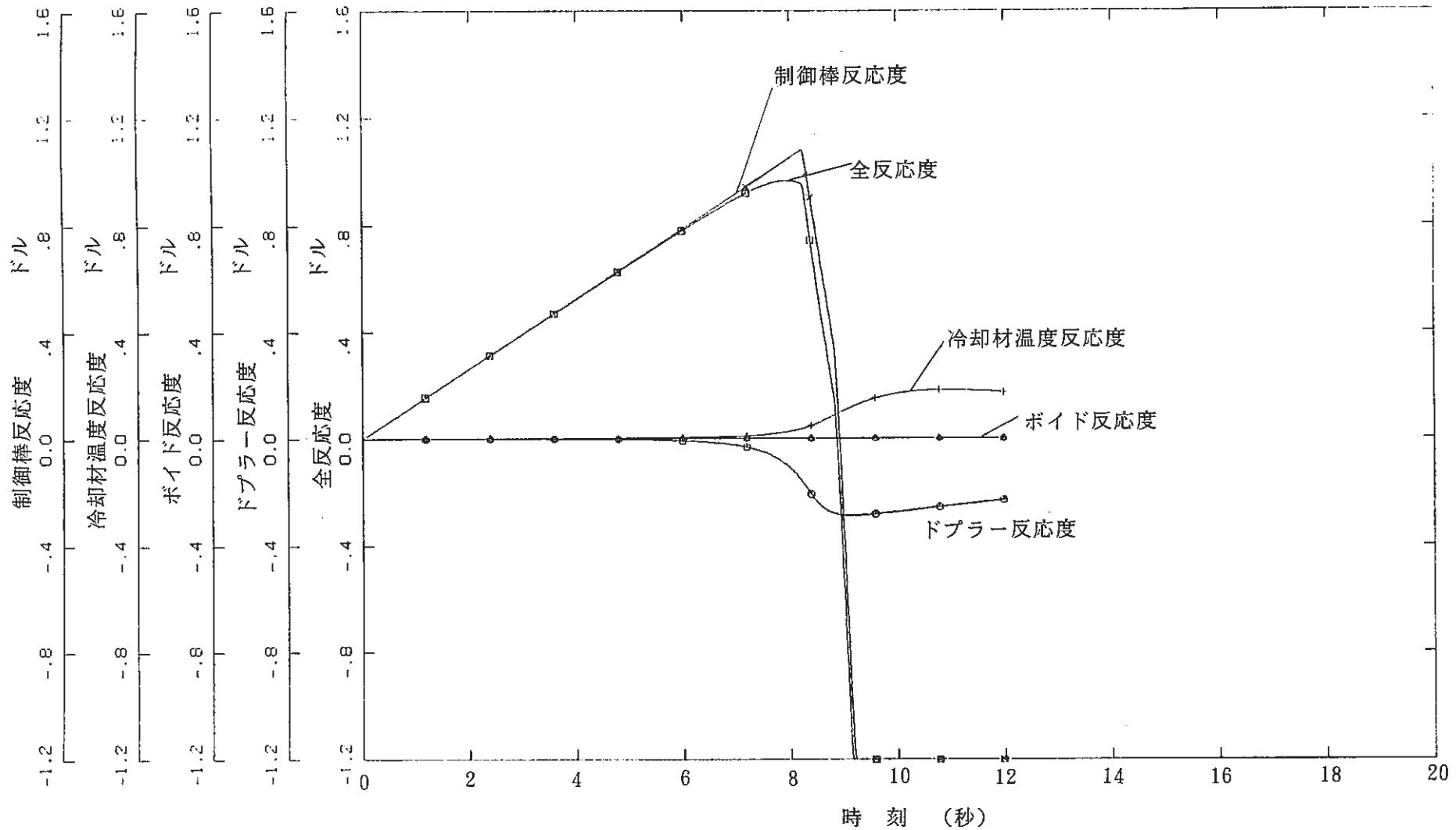


図 4-19 各反応度の経時変化（炉心状態①、第一信号無視）

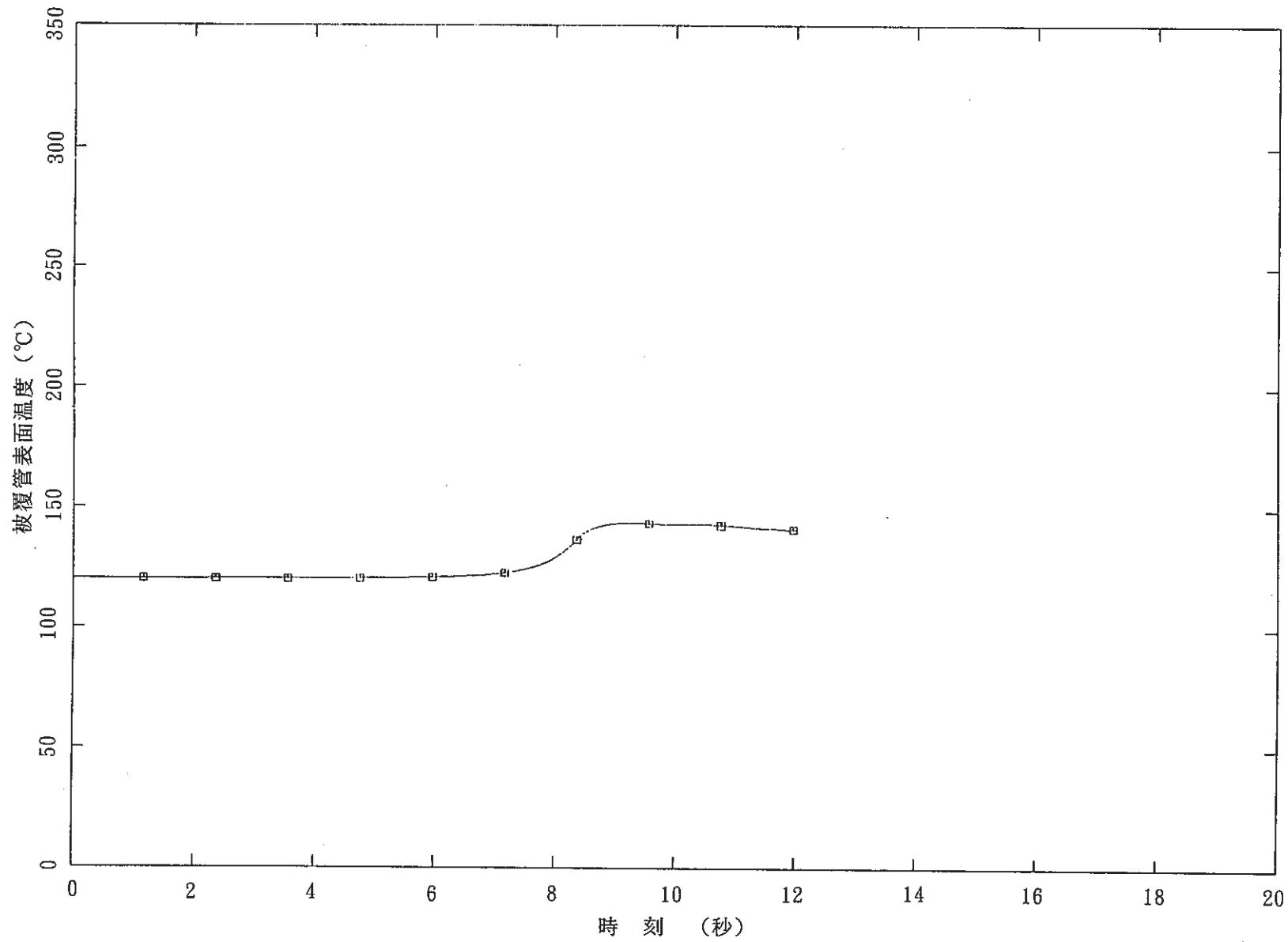


図 4-20 被覆管表面温度 (炉心状態①、第一信号無視)

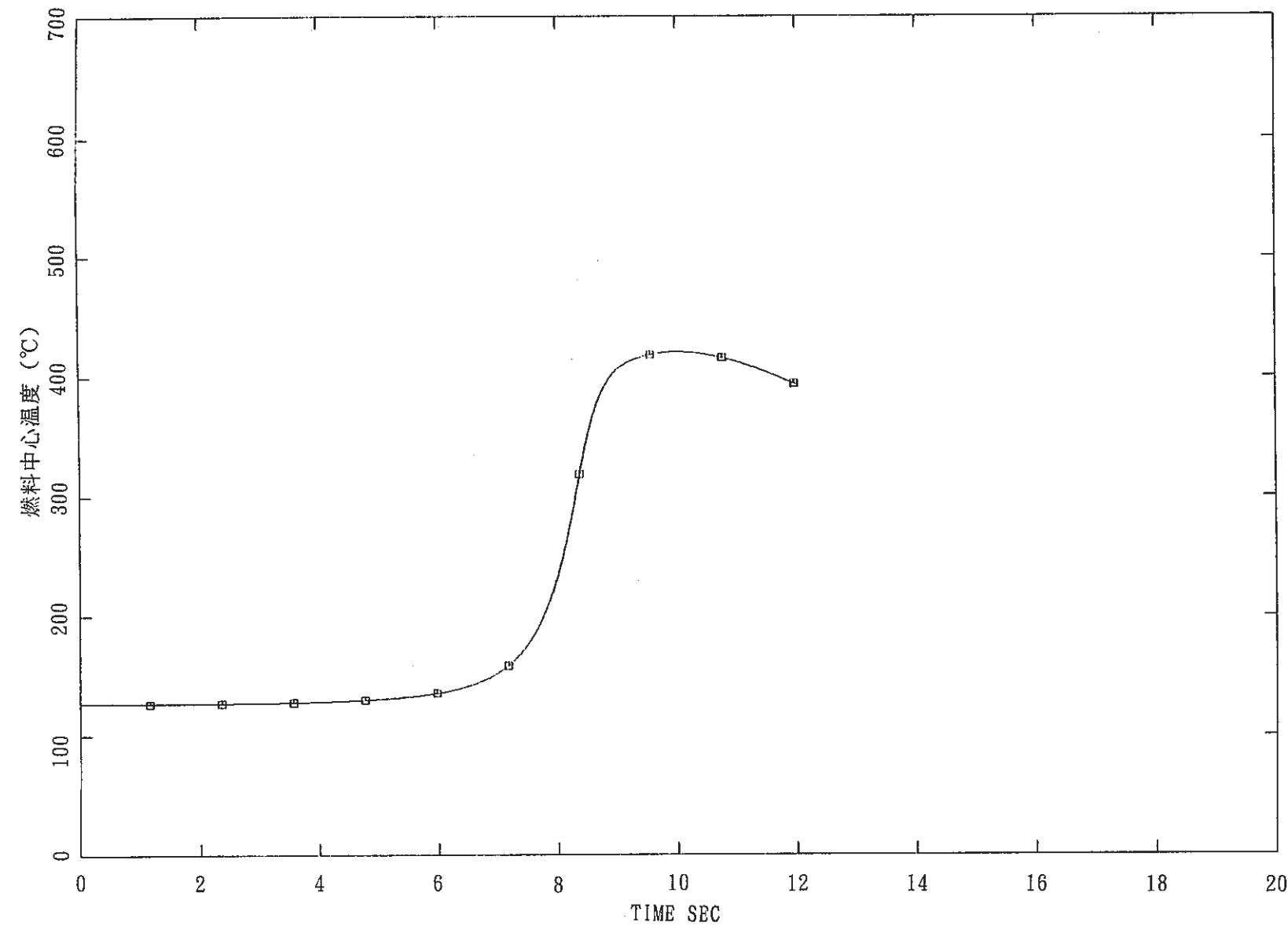


図 4-21 燃料中心温度（炉心状態①、第一信号無視）

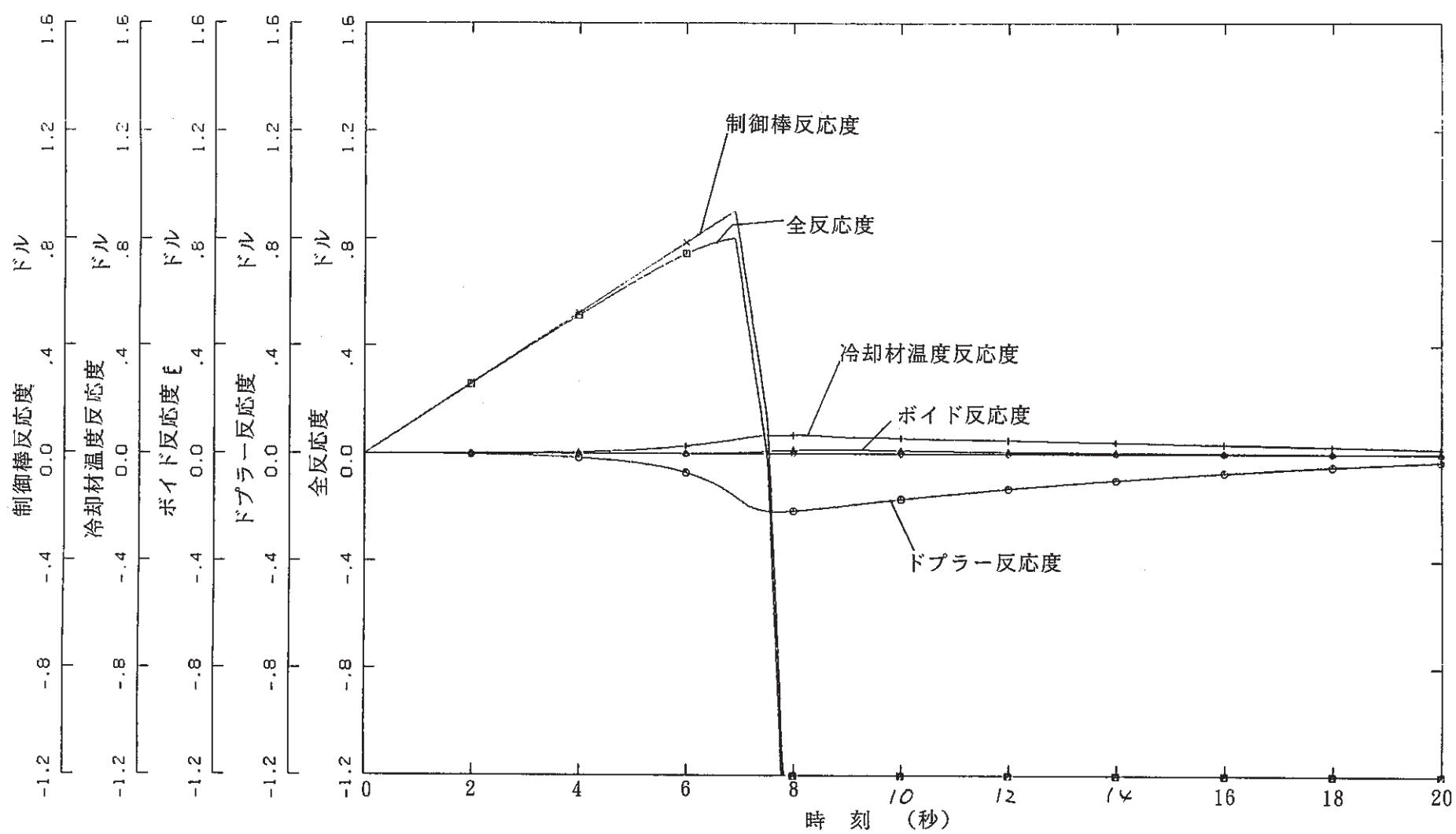


図 4-22 各反応度の経時変化 (炉心状態⑥、第一信号無視)

- 55 -

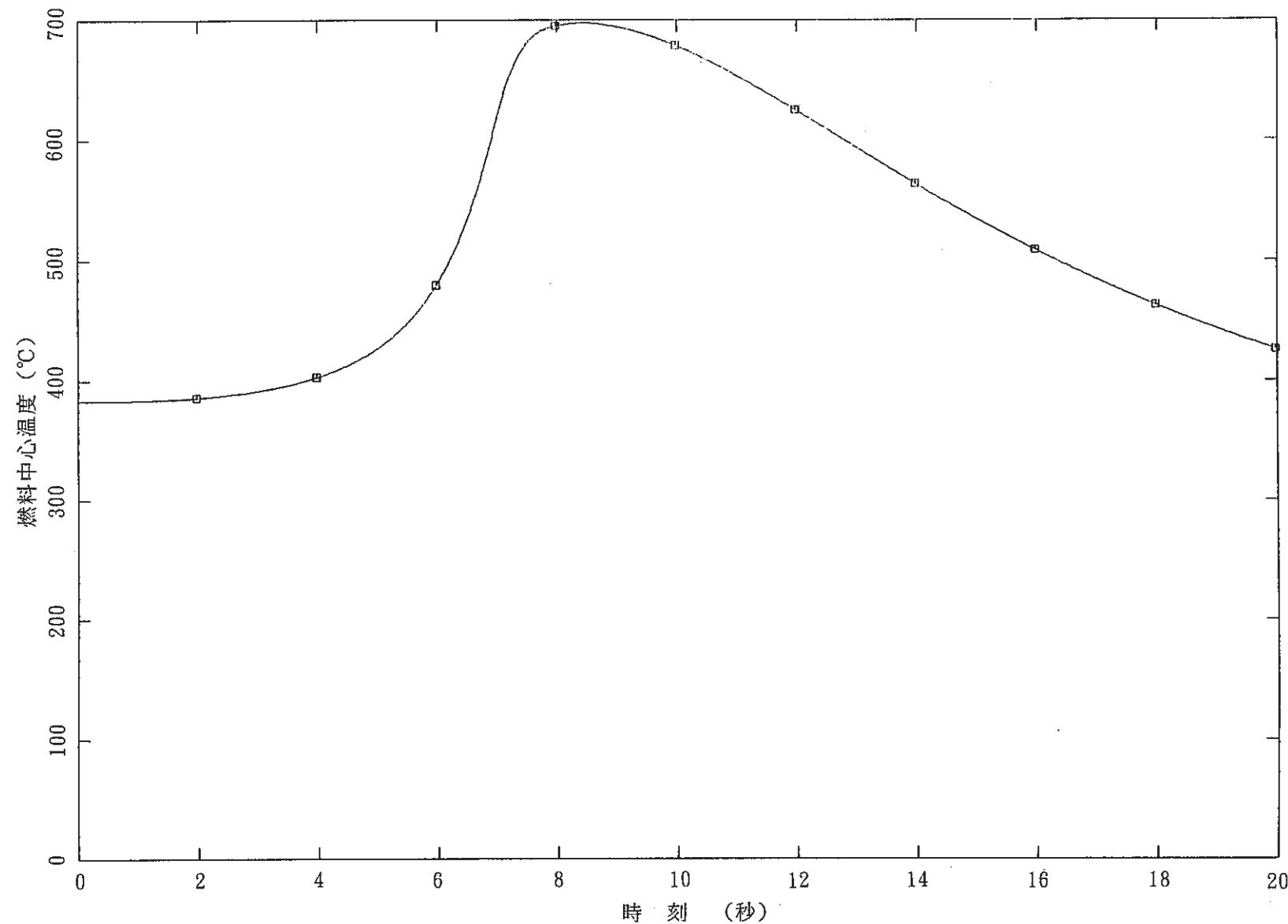


図 4-23 燃料中心温度（炉心状態⑥、第一信号無視）

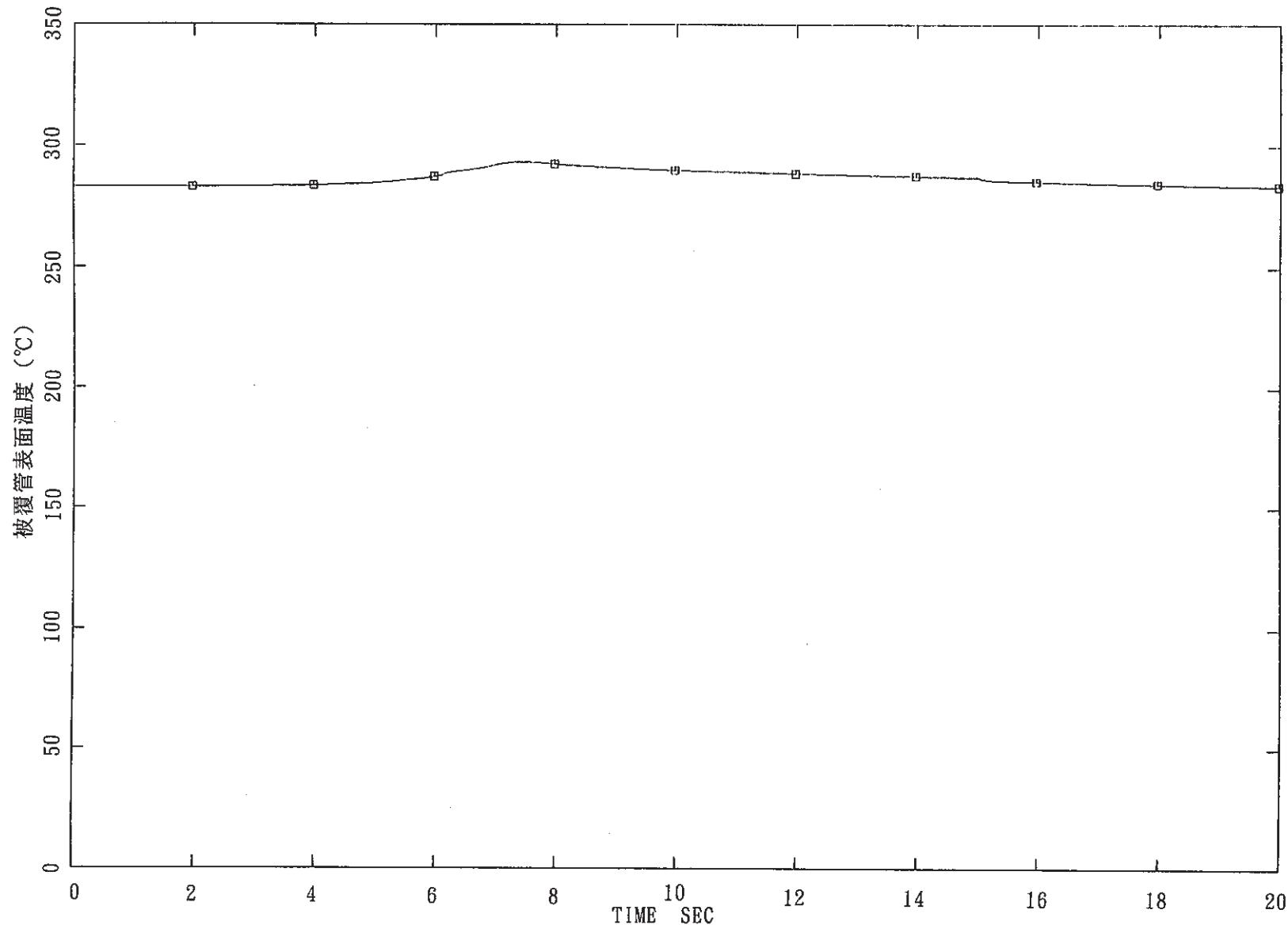


図 4-24 被覆管表面温度（炉心状態⑥、第一信号無視）

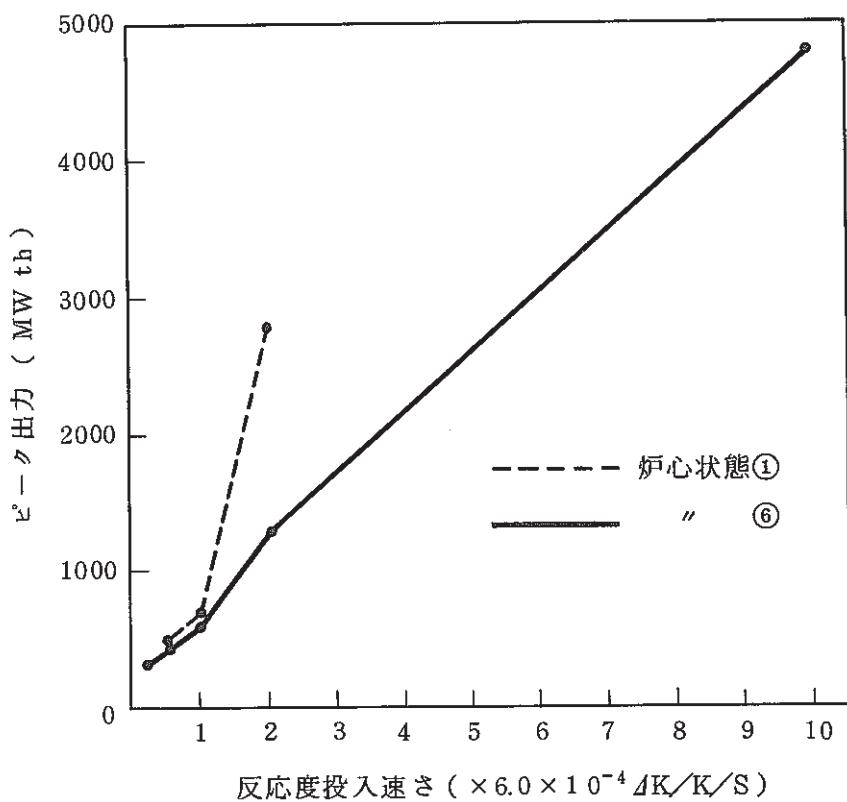


図 4-25 反応度投入速さによるピーク出力(第一信号無視)

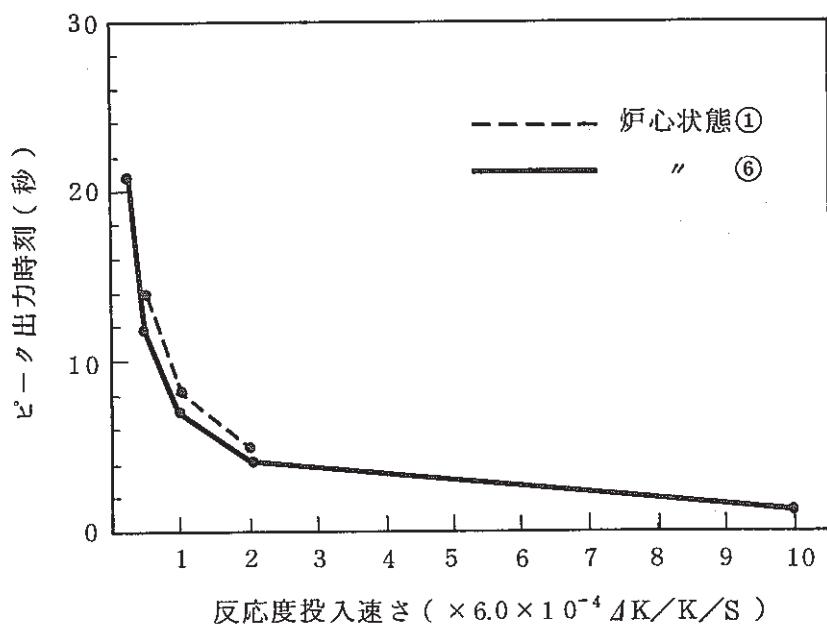


図 4-26 反応度投入速さによるピーク出力時刻(第一信号無視)

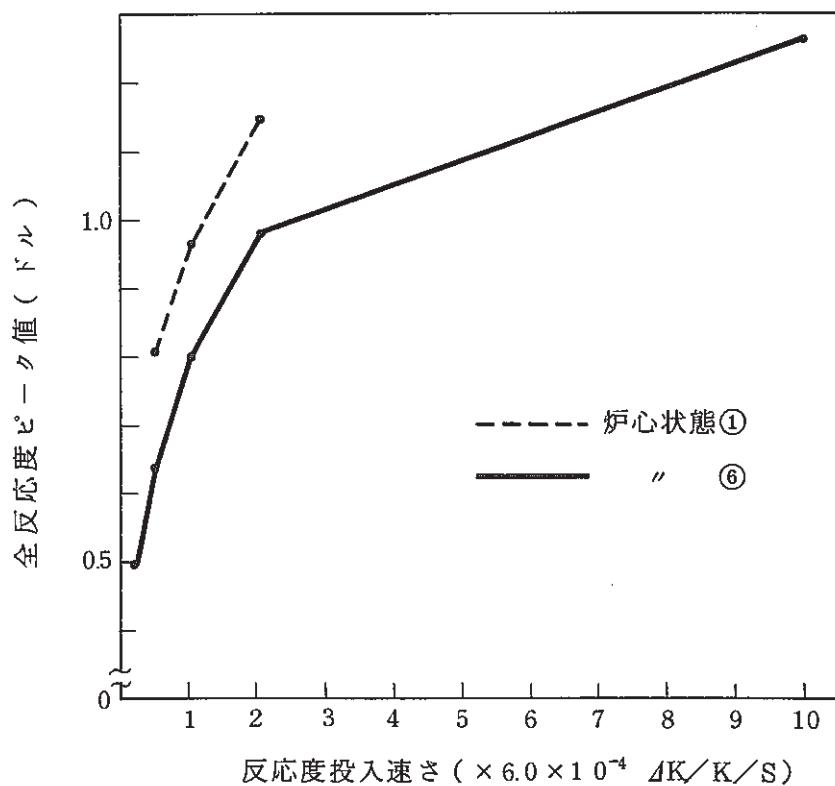


図 4-27 反応度投入速さによる全反応度ピーカ (第一信号無視)

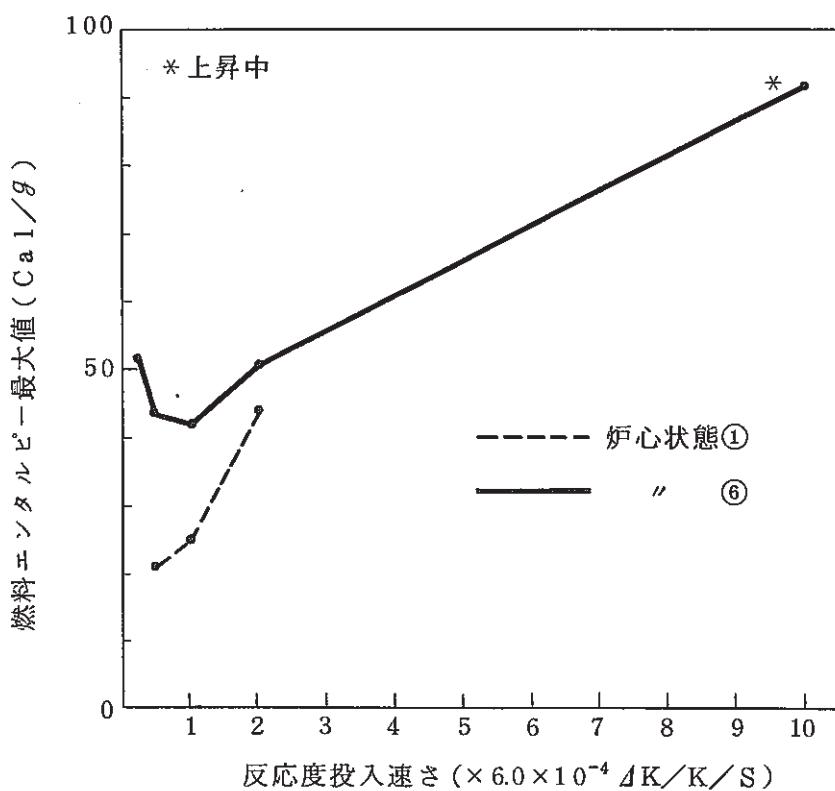


図 4-28 反応度投入速さによる燃料エンタルピー (第一信号無視)

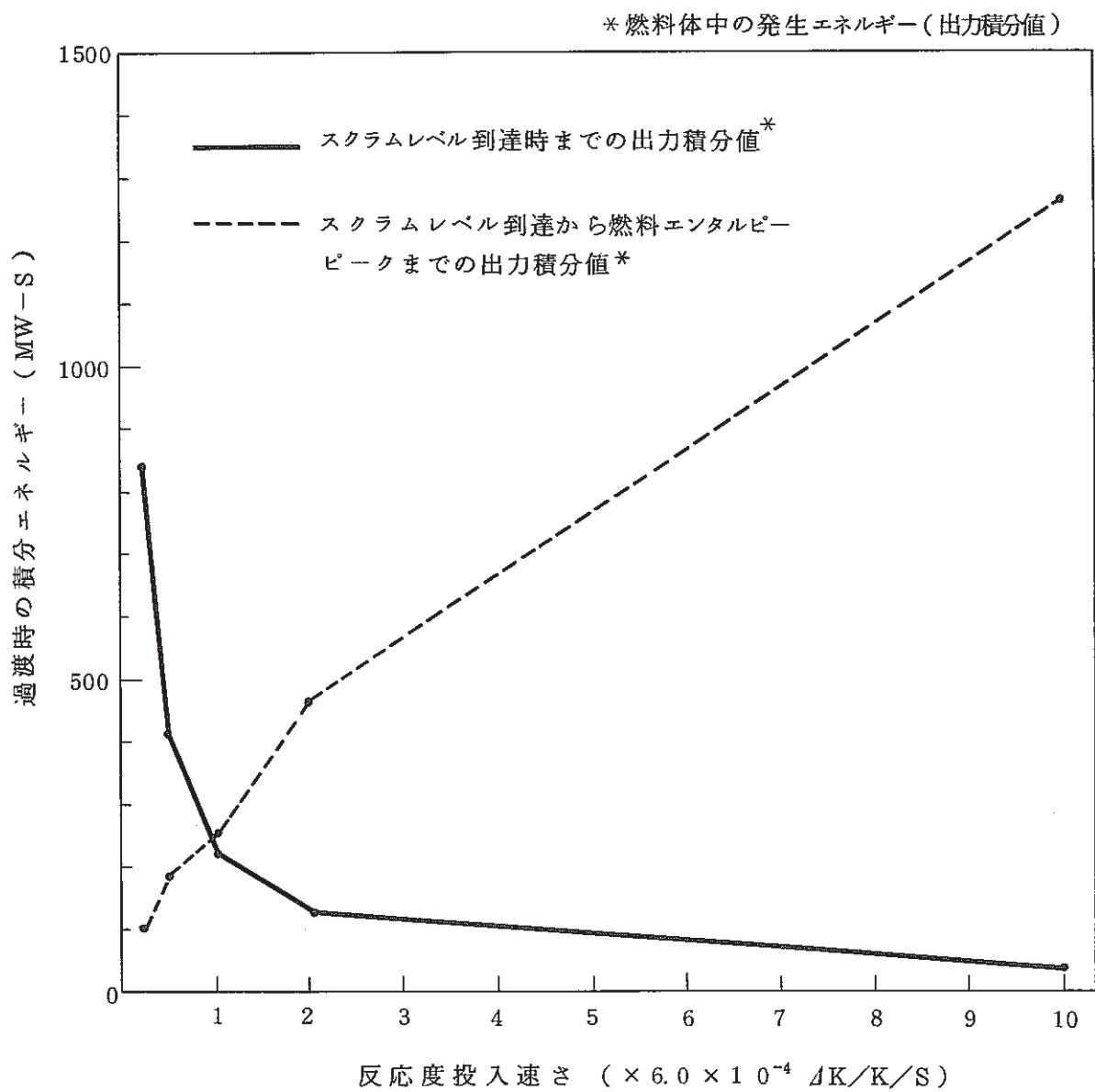


図 4-2-9 反応度投入速さによる燃料体中発生出力の積分値
(炉心状態⑥ 第一信号無視)

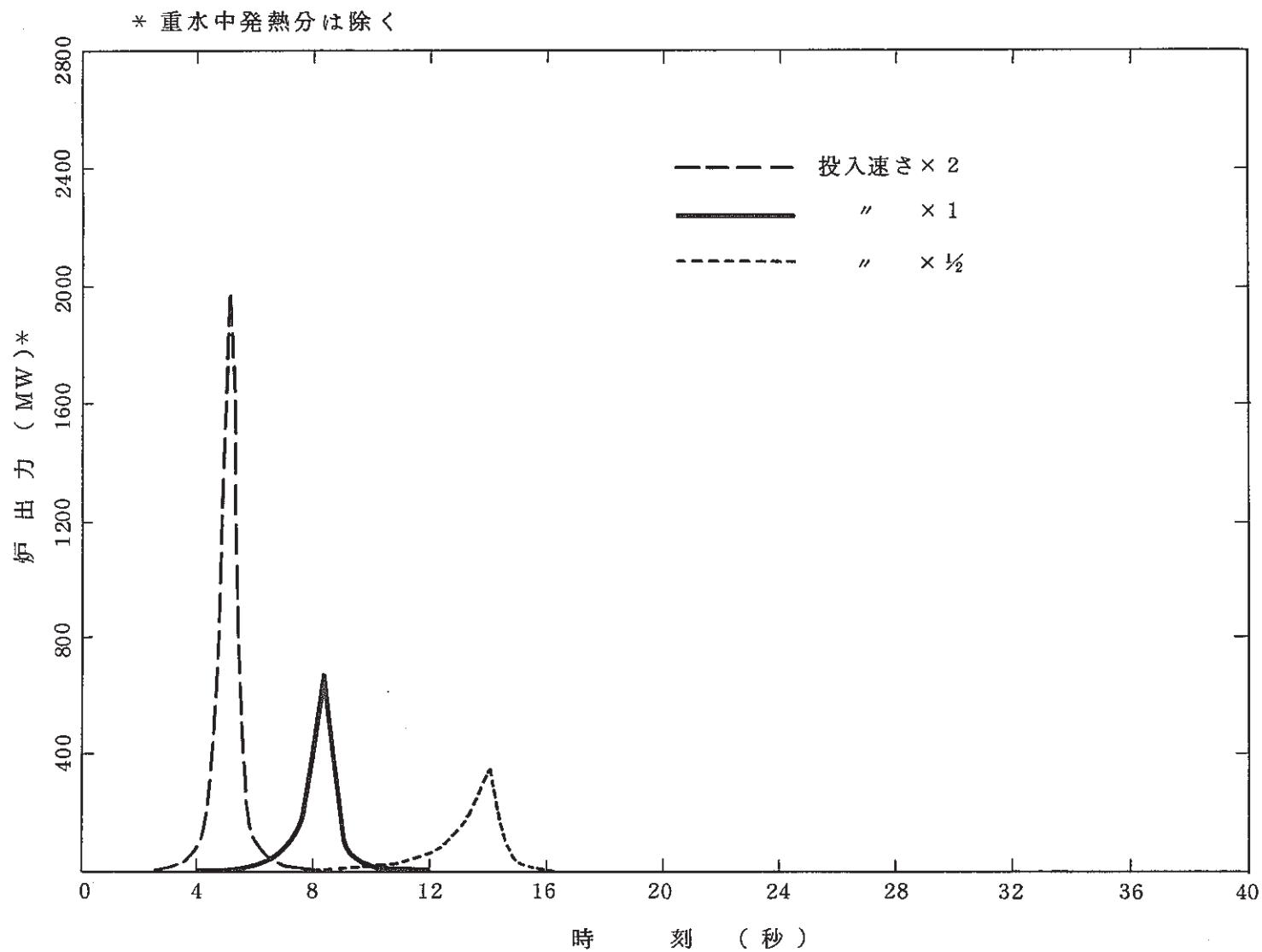


図 4-30 投入反応度速さによる炉出力変化(炉心状態①, 第一信号無視)

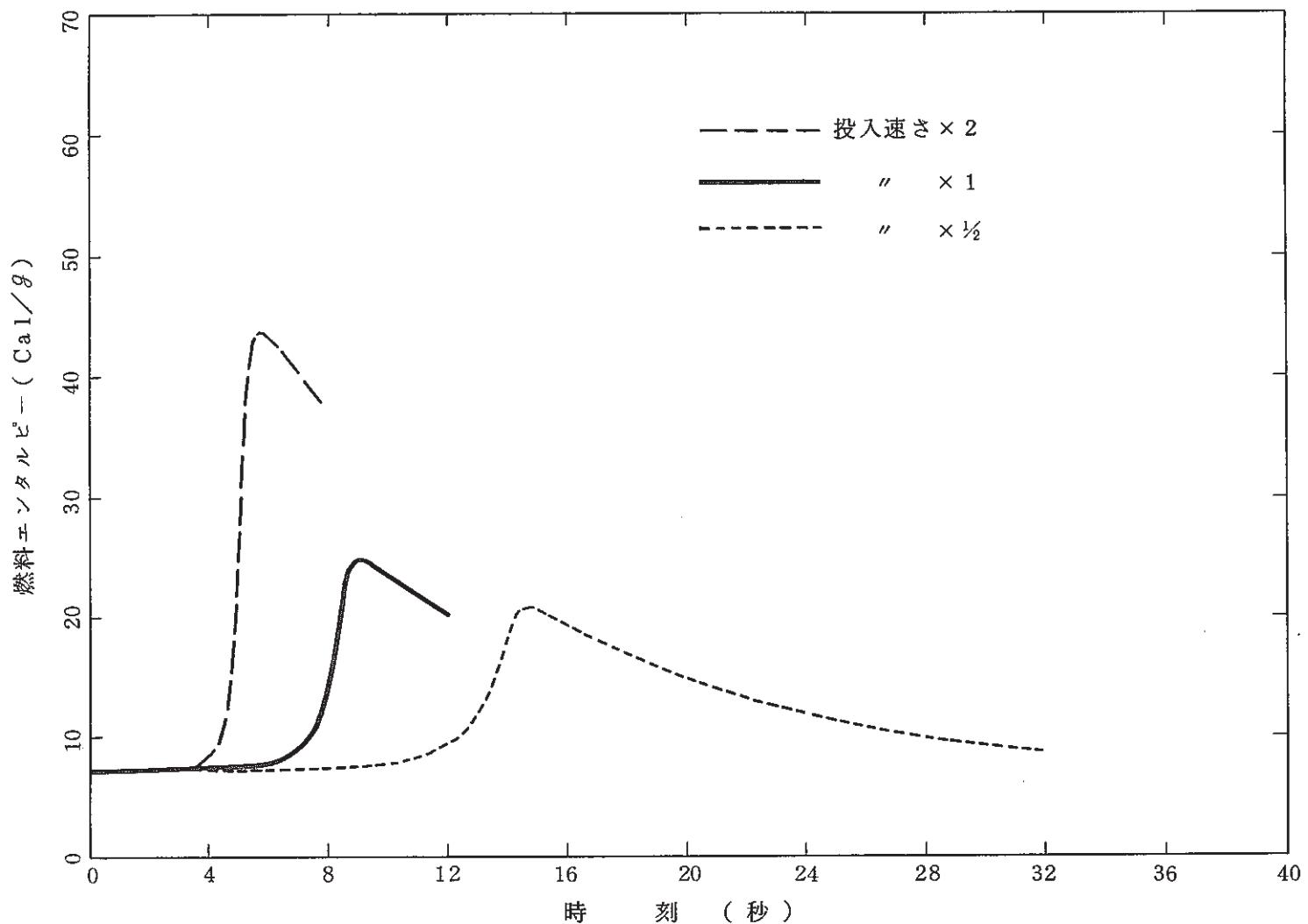
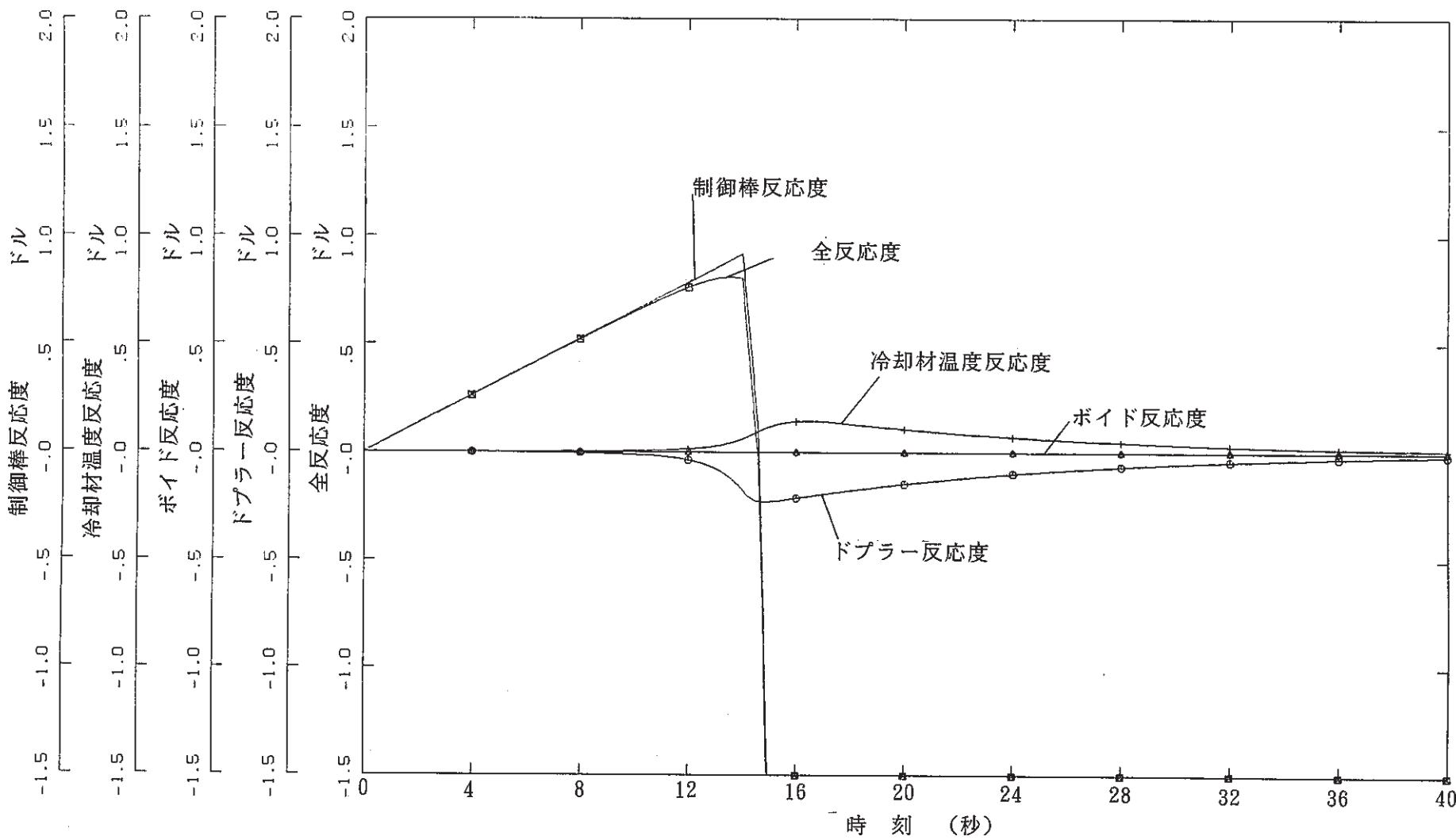
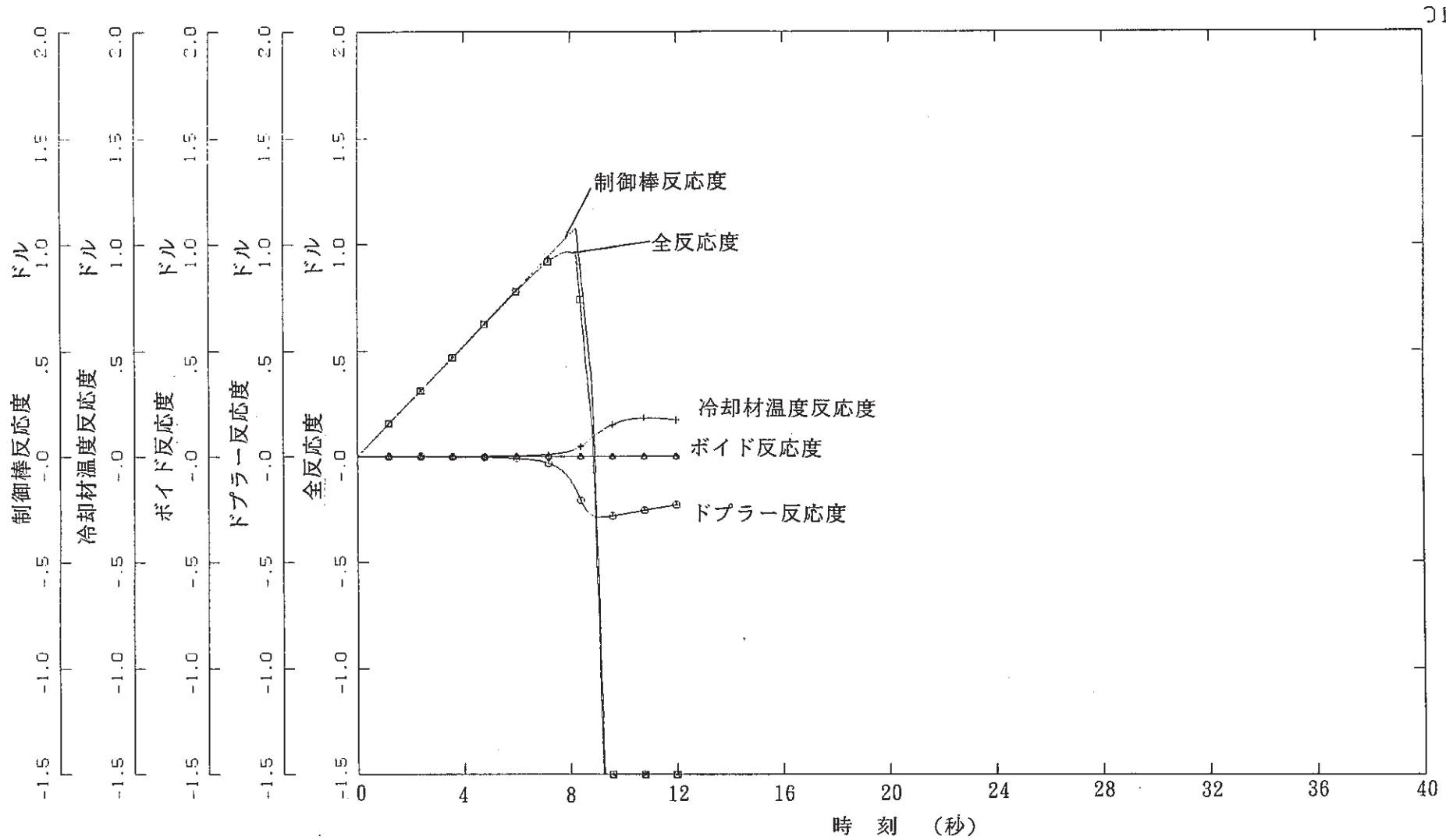


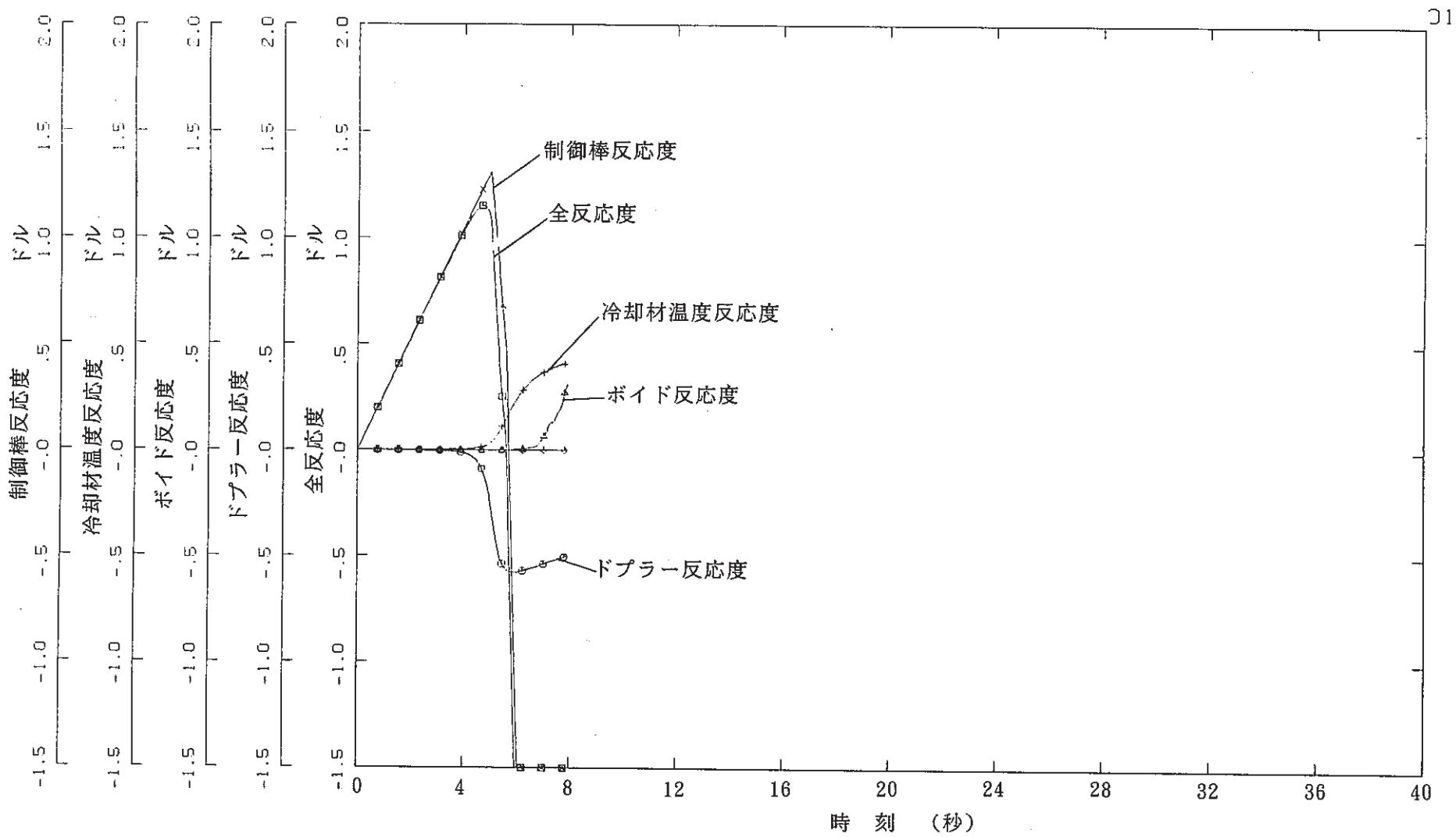
図 4-31 投入反応度速さによる燃料エンタルピー（炉心状態①、第一信号無視）

- 62 -

図 4-32 各反応度の経時変化 (炉心状態①、 $6 \times 10^{-4} \times 1/2$ 、第一信号無視)

図 4-33 各反応度の経時変化（炉心状態①、 $6 \times 10^{-4} \times 1$ 、第一信号無視）

- 49 -

図 4-34 各反応度の経時変化 (炉心状態①、 $6 \times 10^{-4} \times 2$ 、第一信号無視)

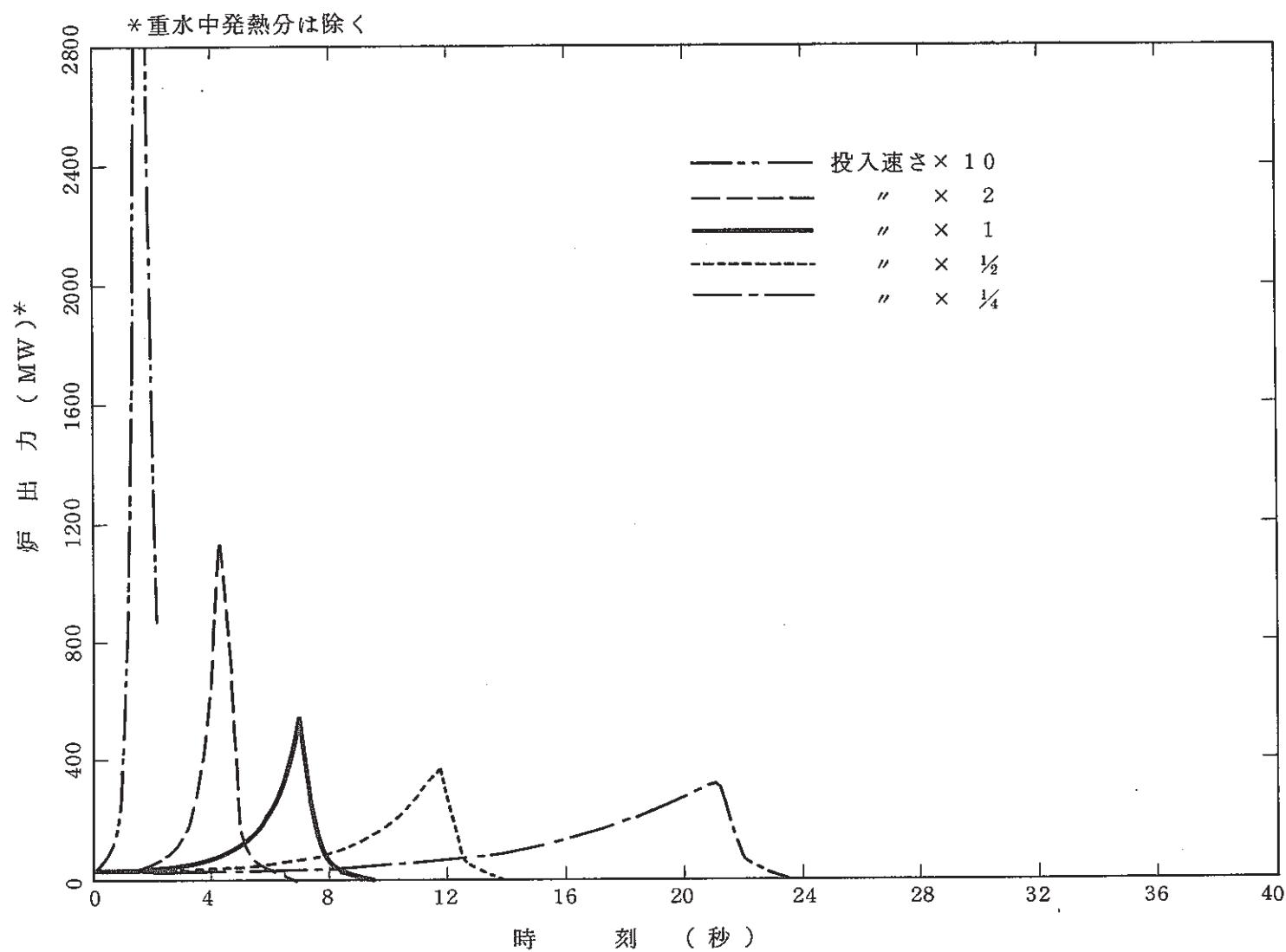


図 4-3-5 投入反応度速さによる炉出力変化(炉心状態⑥, 第一信号無視)

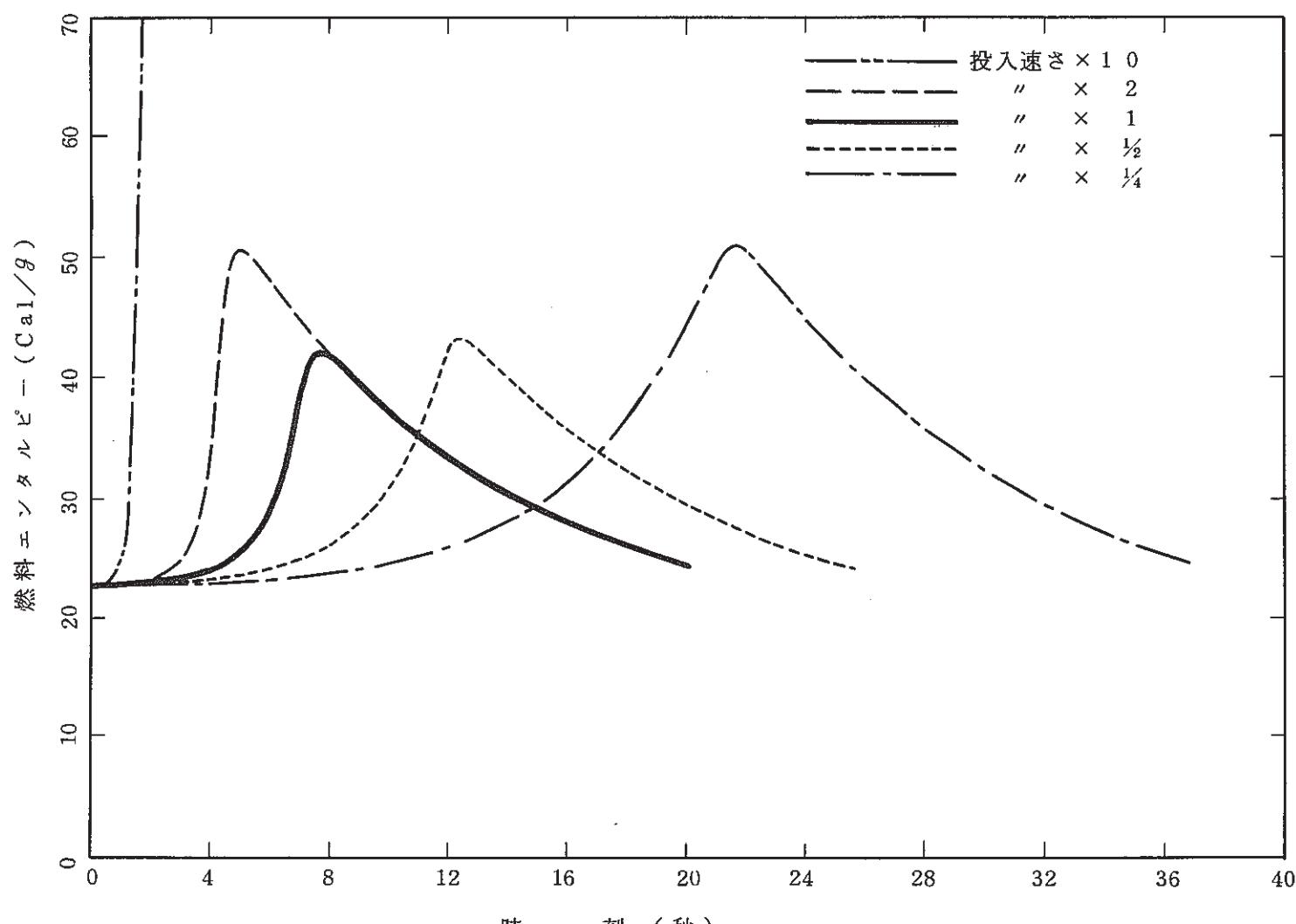
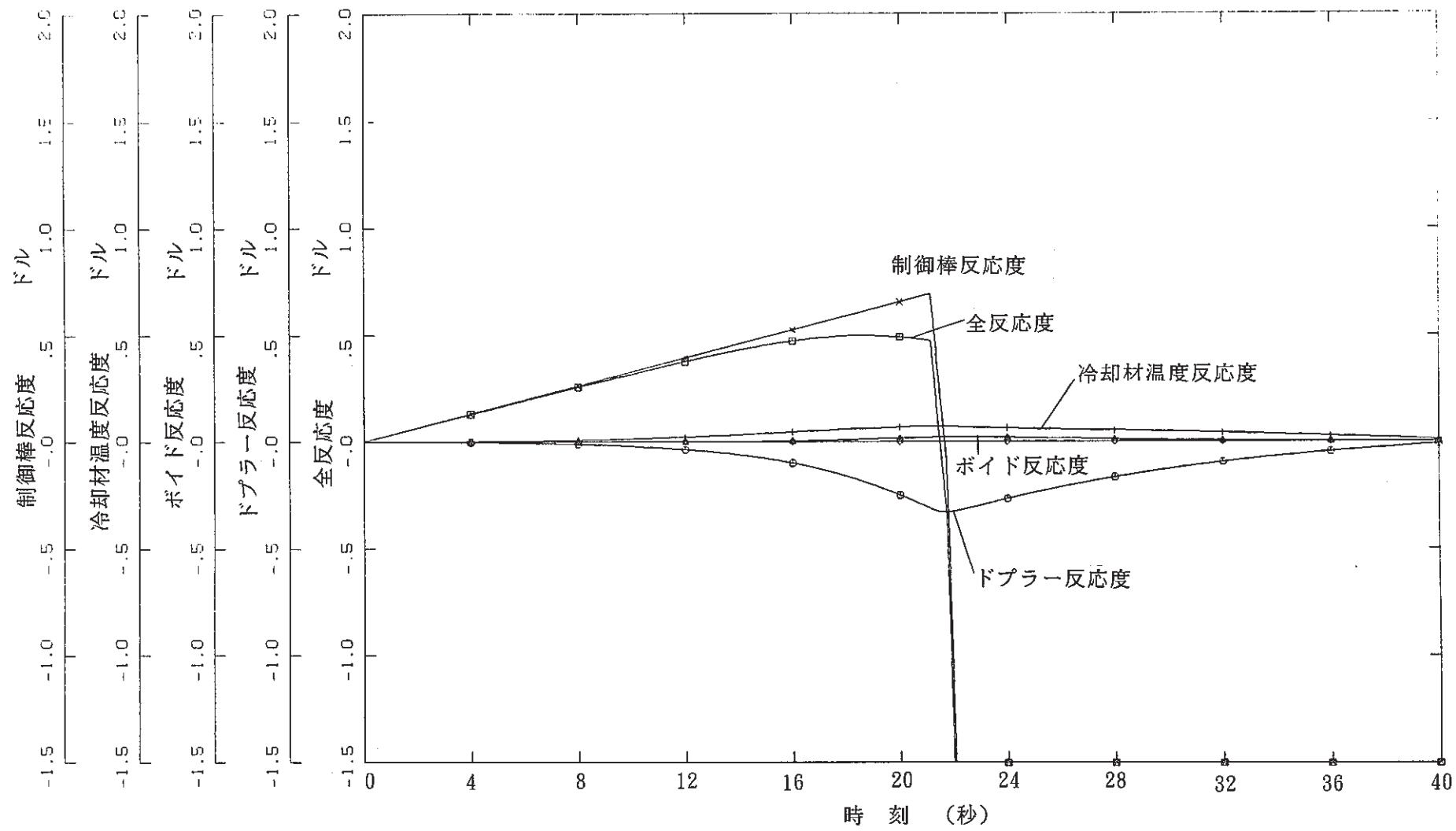
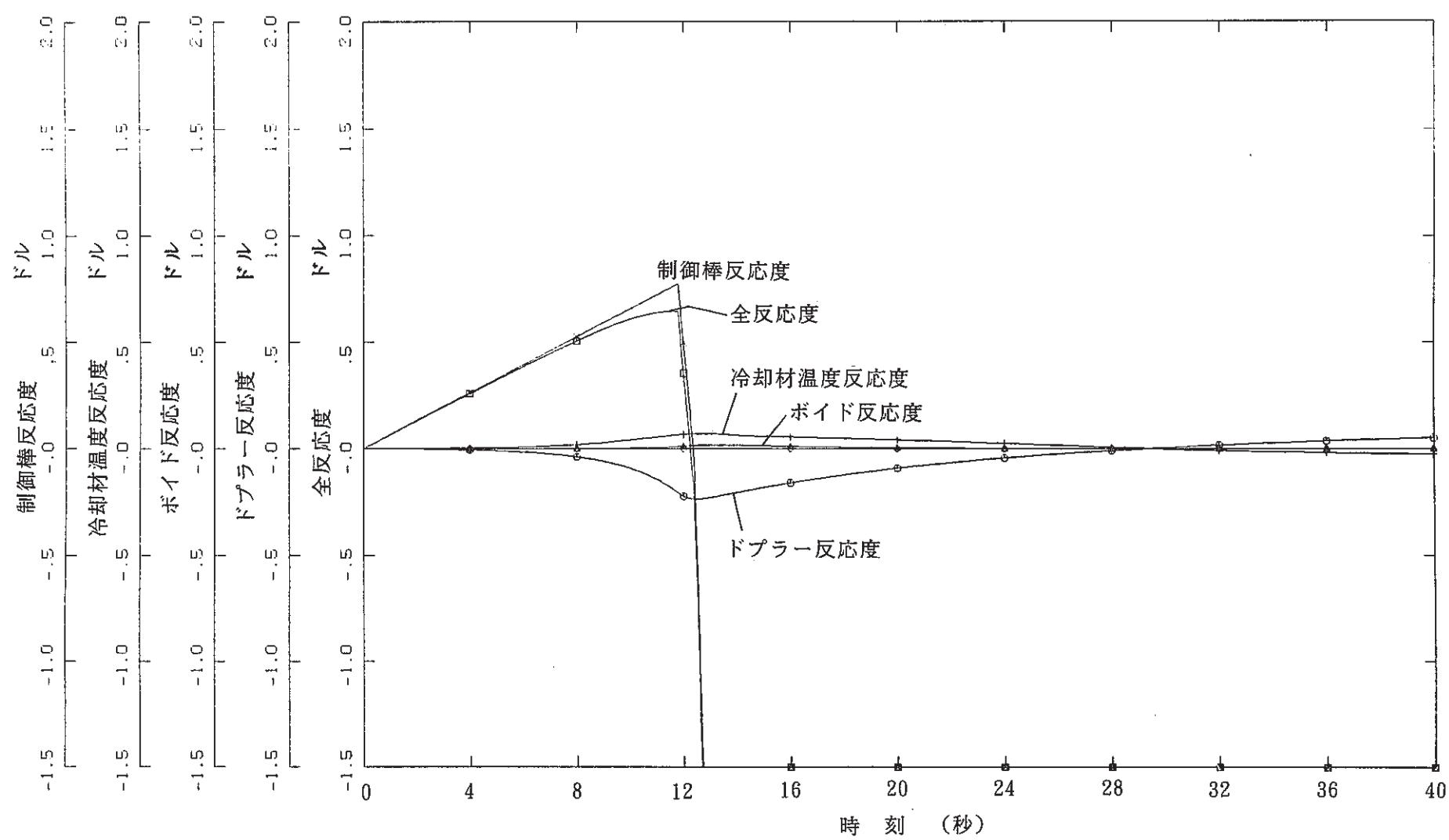


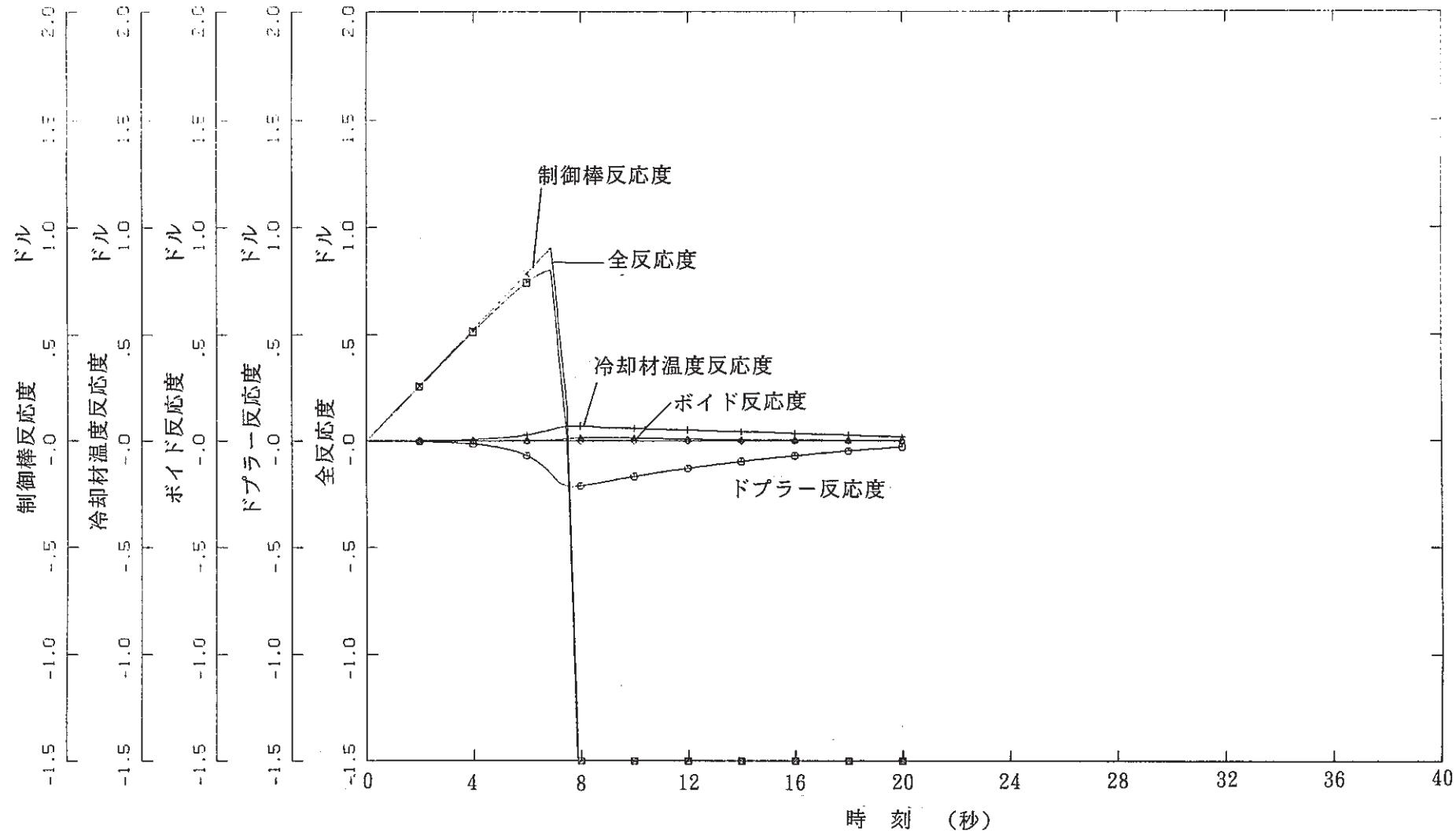
図 4-36 投入反応度速さによる燃料エンタルピー(炉心状態⑥, 第一信号無視)

- 67 -

図 4-37 各反応度の経時変化（炉心状態⑥、 $6 \times 10^{-4} \times 1/4$ 、第一信号無視）

図 4-38 各反応度の経時変化 (炉心状態⑥、 $6 \times 10^{-4} \times 1/2$ 、第一信号無視)

- 69 -

図 4-39 各反応度の経時変化 (炉心状態⑥、 $6 \times 10^{-4} \times 1$ 、第一信号無視)

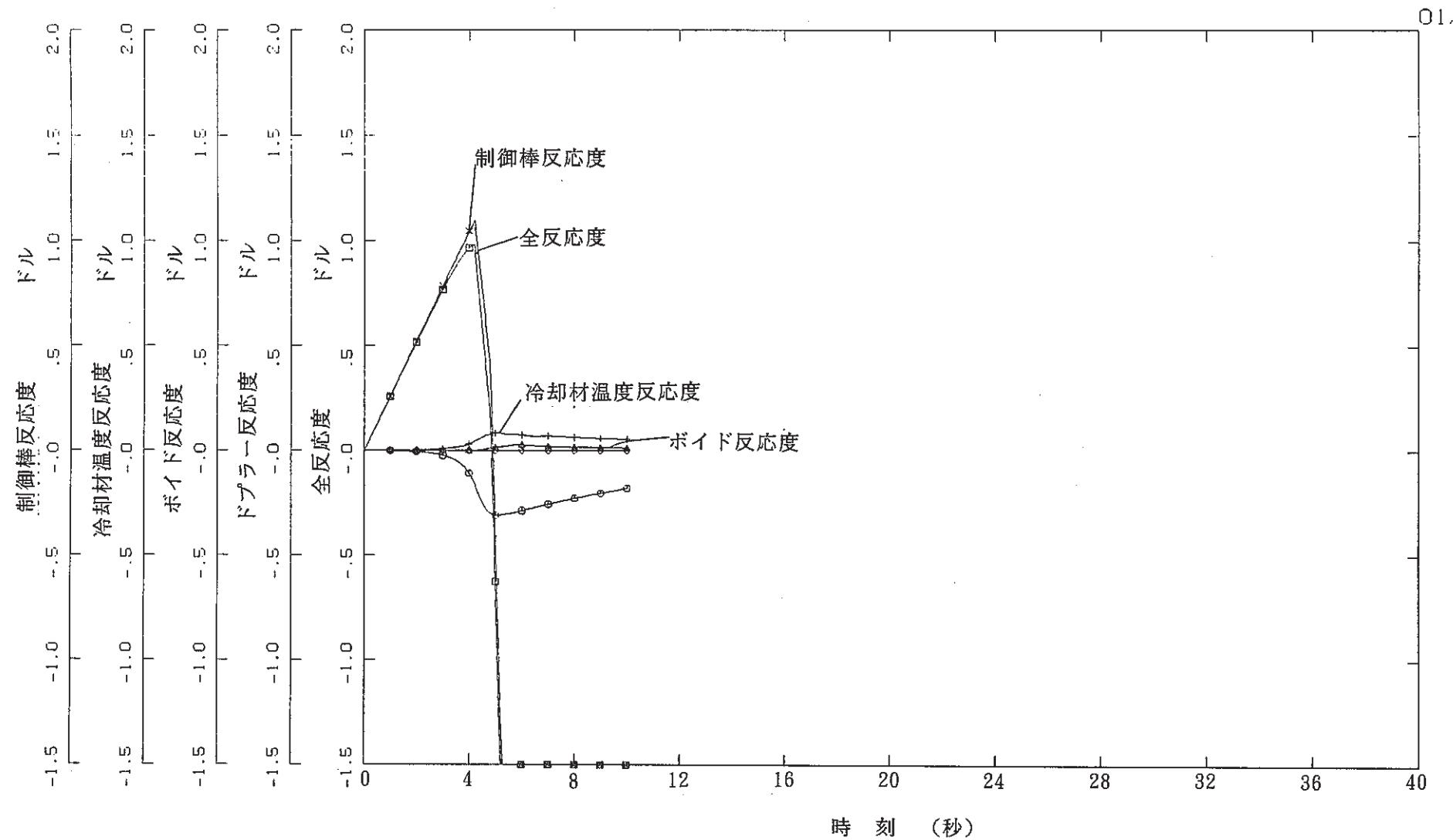
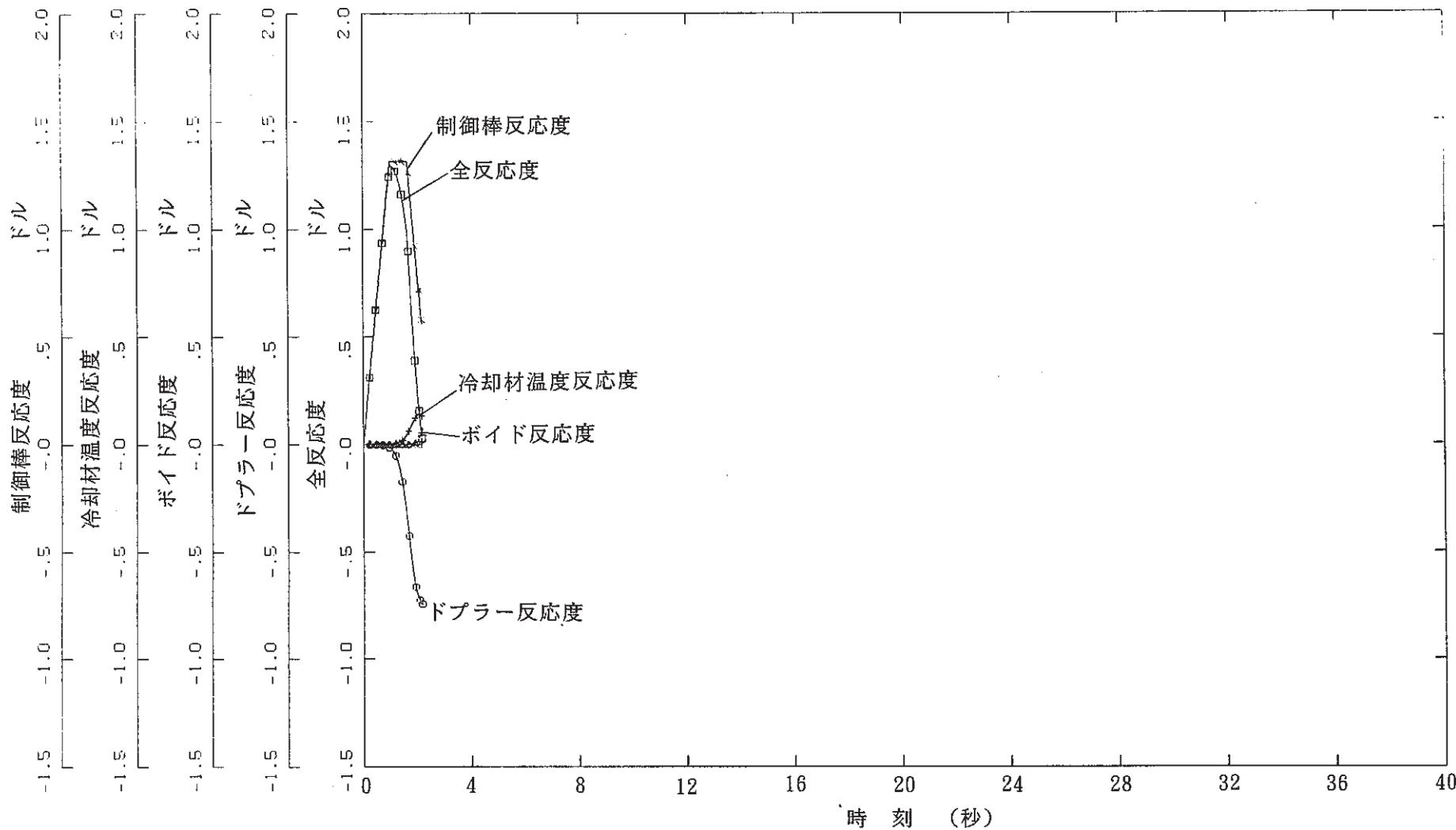


図 4-40 各反応度の経時変化（炉心状態⑥、 $6 \times 10^{-4} \times 2$ 、第一信号無視）

- 71 -

図 4-41 各反応度の経時変化（炉心状態⑥、 $6 \times 10^{-4} \times 10$ 、第一信号無視）

5. 低出力時の制御棒引抜き解析 (ATWS)

(1) 解析内容

低出力時の制御棒引抜き時で安全系が不作動の場合の解析を行った。解析は2.に示した条件でスクラム不作動である。初期炉心状態①③⑥について解析し、燃料エンタルピー（非断熱）の値を評価する。

なお、この解析では各種熱的評価式はEUREKA-2コードのオリジナルのものを使用した。また冷却材温度反応度は冷却材温度が300°C以上になった場合、それ以上には投入されないとした。

(2) 解析結果

解析結果を表5-1に示す。また、各炉心状態の炉心出力・各反応度・ホットスポットの燃料エンタルピー（非断熱）・燃料中心温度・被覆管表面温度の経時変化を図5-1～7に示す。

炉心状態①③の解析は過渡変化がとりわけ急激であり、計算が解析途中で異常停止している。

炉心挙動はおよそ下記の通りである。

制御棒引抜きによる反応度投入により炉心出力が急上昇はじめる、これに伴い負のドブラー反応度が投入され、制御棒引抜き反応度が抑えられ、全反応度の一次ピークを生じる。しかし、時間遅れを伴いながらも、出力の急上昇によって燃料中に発生した多量の熱が急速に冷却材に伝達されるので、冷却材温度が上昇するとともに、大量のボイドが発生し、冷却材温度反応度・ボイド反応度が投入される。炉心出力はさらに上昇するので即効的に負のドブラー反応度が投入され全反応度のピーク（二次ピーク）を生じる。これ以後は負のドブラー反応度が支配的で収束に向かう。

初期状態（出力・温度・圧力）およびボイド反応度・冷却材温度反応度特性が異なるため、反応度の一次ピークと二次ピークの時間間隔・冷却材温度反応度投入・ボイド反応度投入に違いが生じている。

炉心状態③の場合は、①に比べて初期炉心出力が大きいので、燃料温度・冷却材温度が比較的早い時刻から上昇し、冷却材温度反応度が早めに投入されるため、炉心状態①ほど顕著な全反応度の一次ピークは生じていない。

炉心状態⑥は、初期の炉心出力が③よりさらに大きく、冷却材温度反応度が早い時刻から投入される。しかし初期の冷却材温度がすでに約280°Cがあるので、絶対量としての冷却材

温度反応度投入量は小さくなり、ドブラー反応度によって一旦全反応度が抑えられる。その後に大量のボイド発生してボイド反応度が投入され、全反応度は再び上昇して顕著な二次ピークができる。炉心状態⑥は冷却材温度反応度の投入量が少なく、全反応度が1ドルを越えていないので、炉心状態①③のような状態とは異なっている。

燃料エンタルピーは出力の急上昇により急速に増加する。各炉心状態とも燃料エンタルピー上昇開始時刻に差があるものの、その上昇は急激であり、とくに炉心状態①③が厳しい。

炉心状態①③ではホットスポットの燃料エンタルピーは400cal/gを上回っており、圧力波発生限界の300cal/gを越える。炉心状態⑥でもホットスポットの燃料エンタルピーは約270cal/gである。

(3) まとめ

- ① 原子炉停止系不作動時には正の冷却材温度反応度・ボイド反応度が大きく投入されることで出力が急上昇し、燃料エンタルピーは厳しい値となる。
- ② 特に初期出力の小さな場合は冷却材温度反応度・ボイド反応度が大きいので厳しく、燃料エンタルピーは圧力波発生限界の300cal/gを大きく上回る。
- ③ 極めて急激にボイドが発生するような場合はEUREKA-2コードでも計算が異常停止している。

表5-1 ふげん低出力時の制御棒引抜き ATWS解析結果(反応度投入速さ $6.0 \times 10^{-4} \Delta k/k/s$)

初期炉心状態 (時刻:秒)	熱出力ピーク : MWth	全反応度ピーク時の各反応度 : ドル					最高燃料エンタル ピーク** : cal/g (時刻:秒)
		全反応度 (時刻:秒)	投入反応度	ドブラー 反応度	ボイド 反応度	冷却材温度 反応度	
①	*	*	*	*	*	*	*
②	4 9 7 4 8 (9.1)	1. 3 7 2 (9.0)	1. 1 8 4	- 2. 3 0 5	1. 3 9 6	1. 0 9 6	*
③	5 2 6 1 (10.5)	0. 8 6 7 (10.2)	1. 3 3 4	- 1. 1 9 7	0. 6 3 0	0. 1 2 1	2 6 4 (15.0)

*計算途中停止のため上昇中のもの

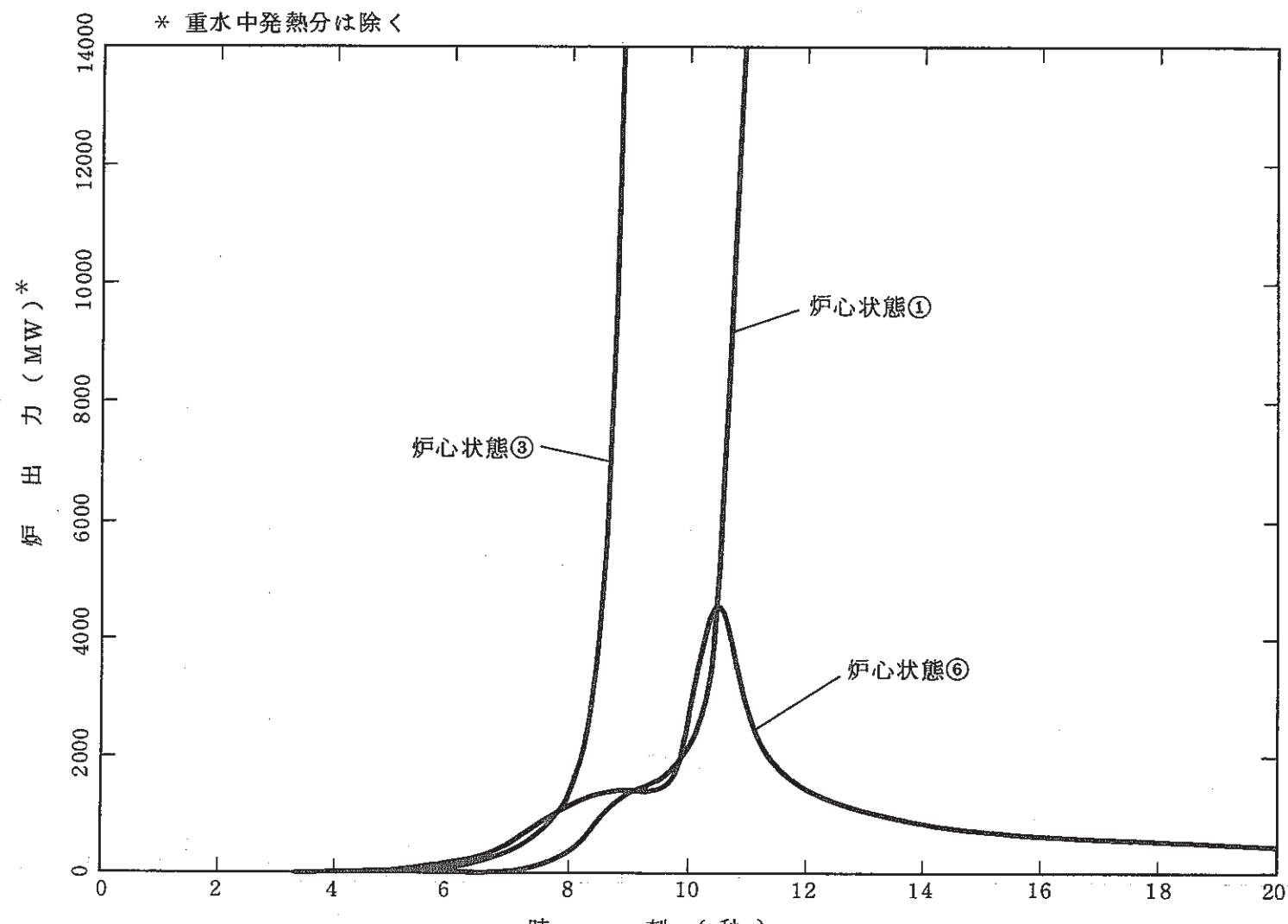


図 5-1 炉心出力の経時変化 (ATWS)

- 97 -

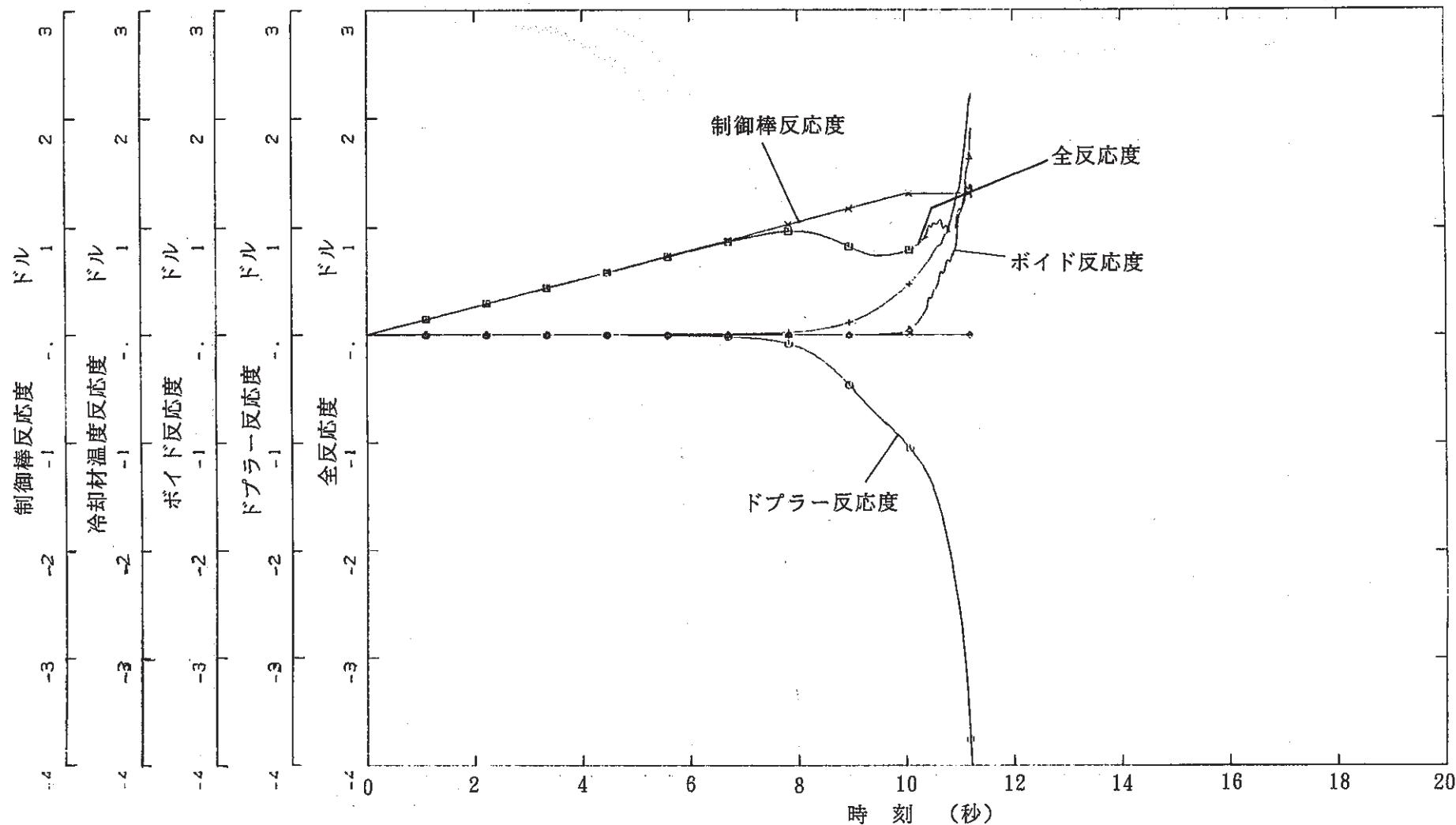
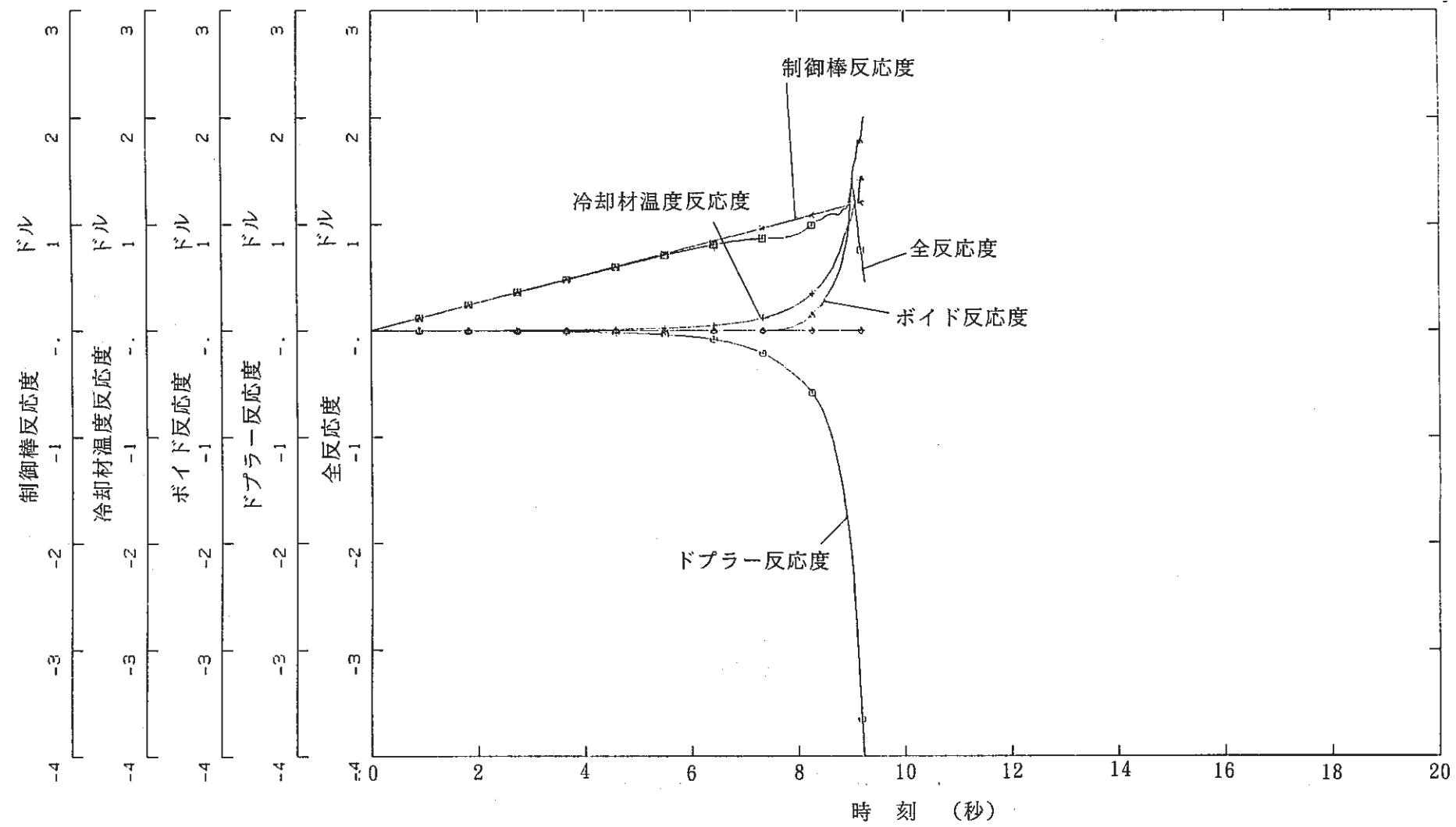


図 5-2 各反応度の経時変化(炉心状態①、ATWS)



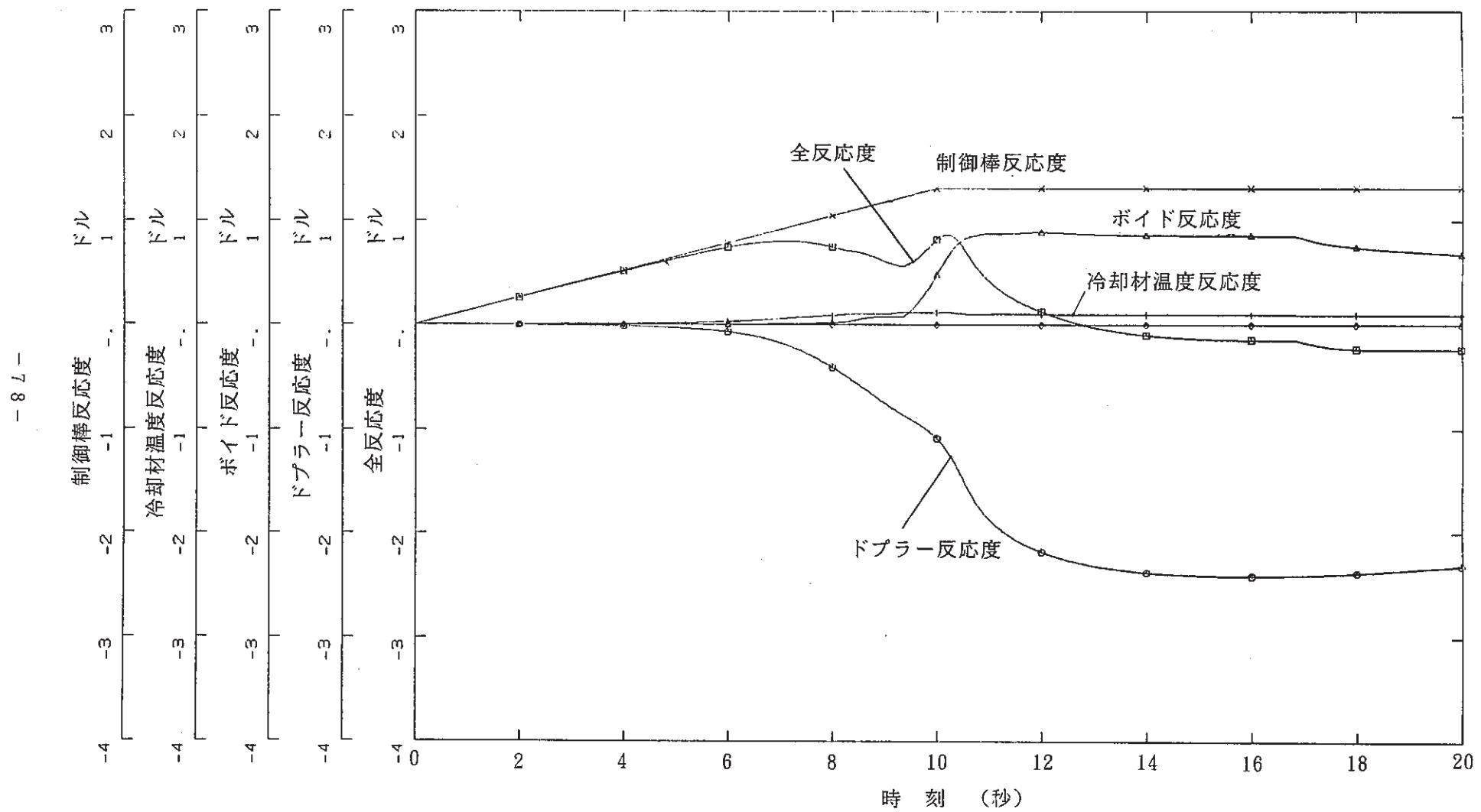


図 5-4 各反応度の経時変化 (炉心状態⑥、ATWS)

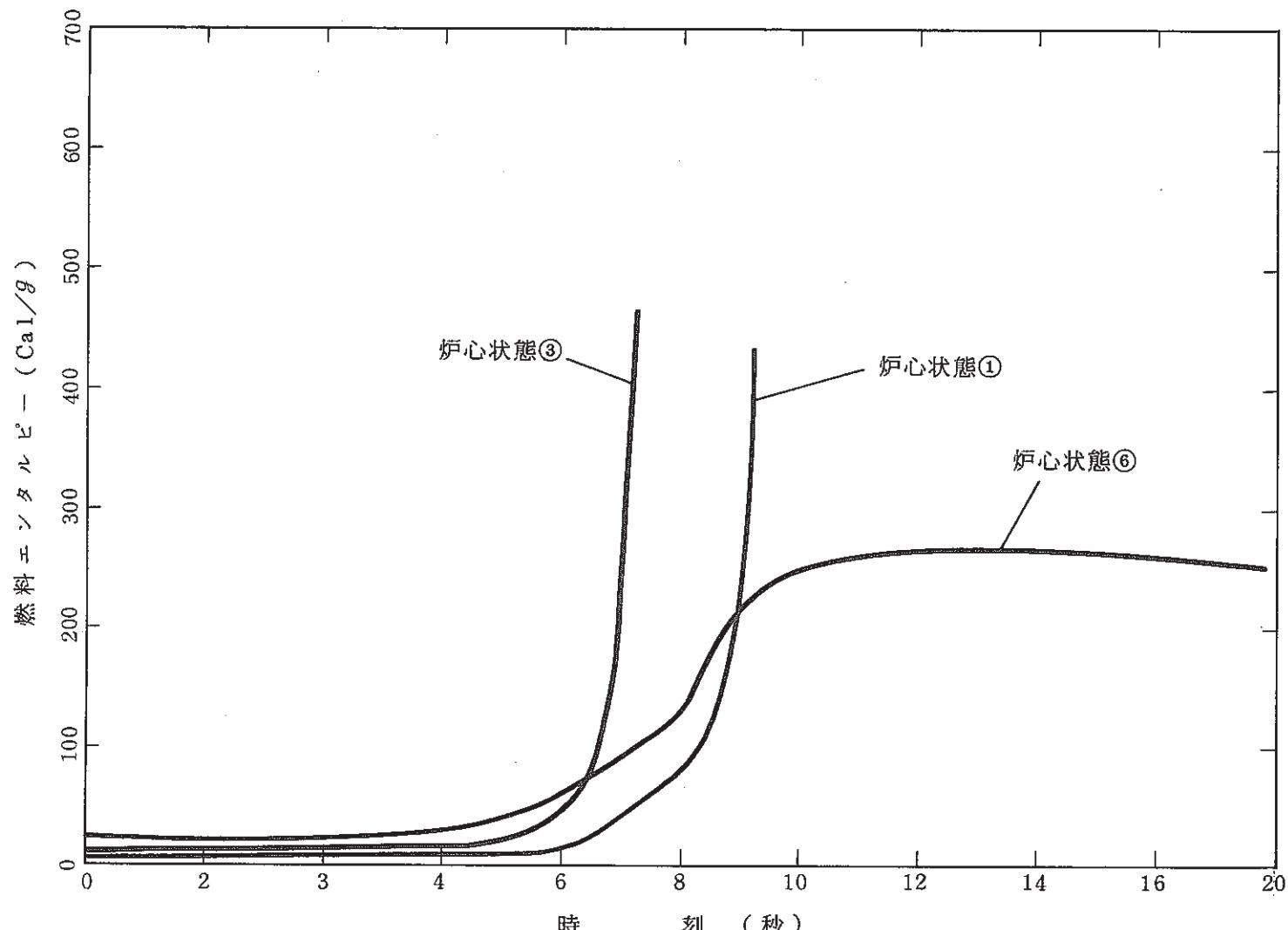


図 5-5 燃料エンタルピーの経時変化 (ATWS)

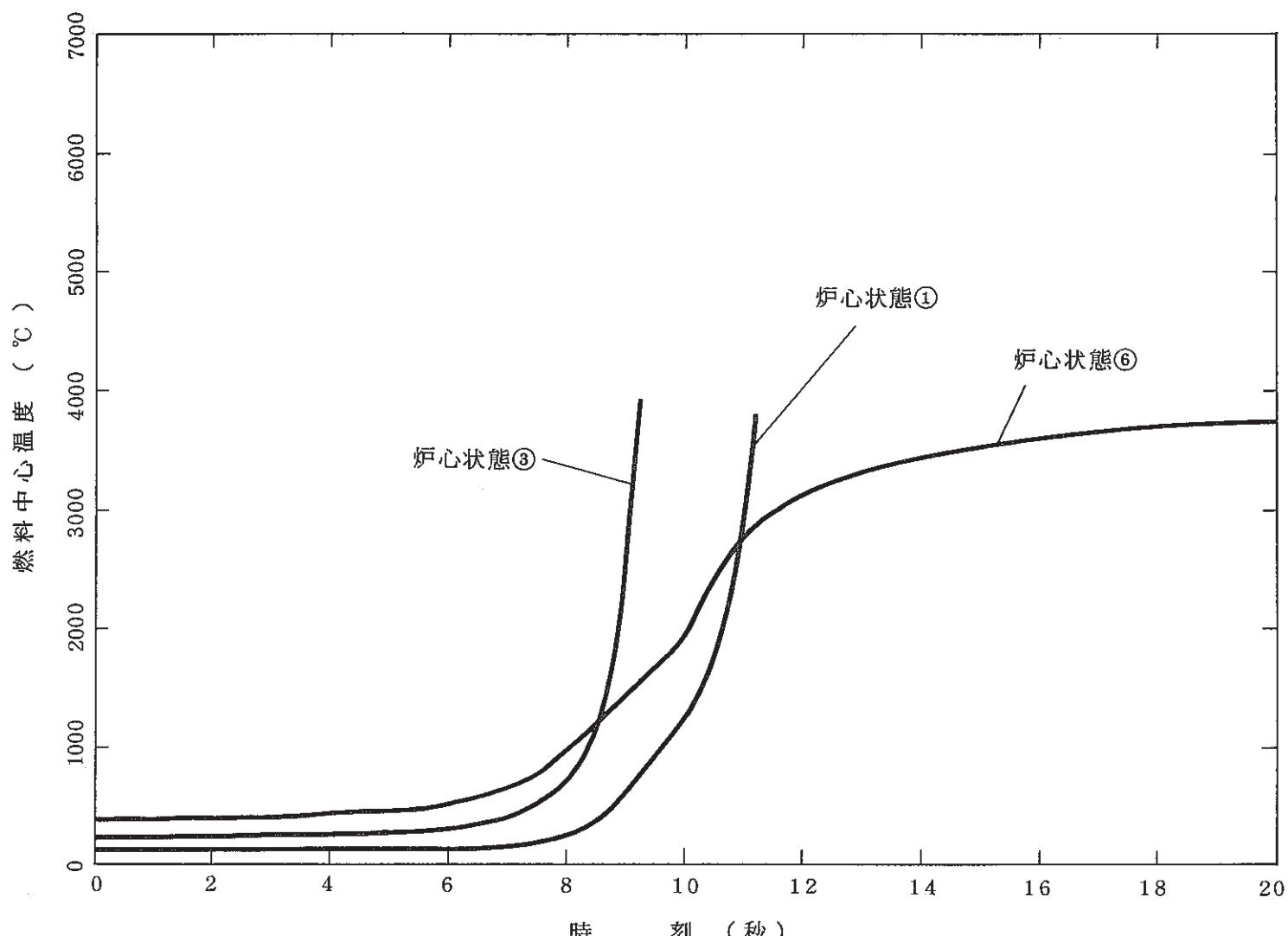


図 5-6 燃料中心温度の経時変化 (ATWS)

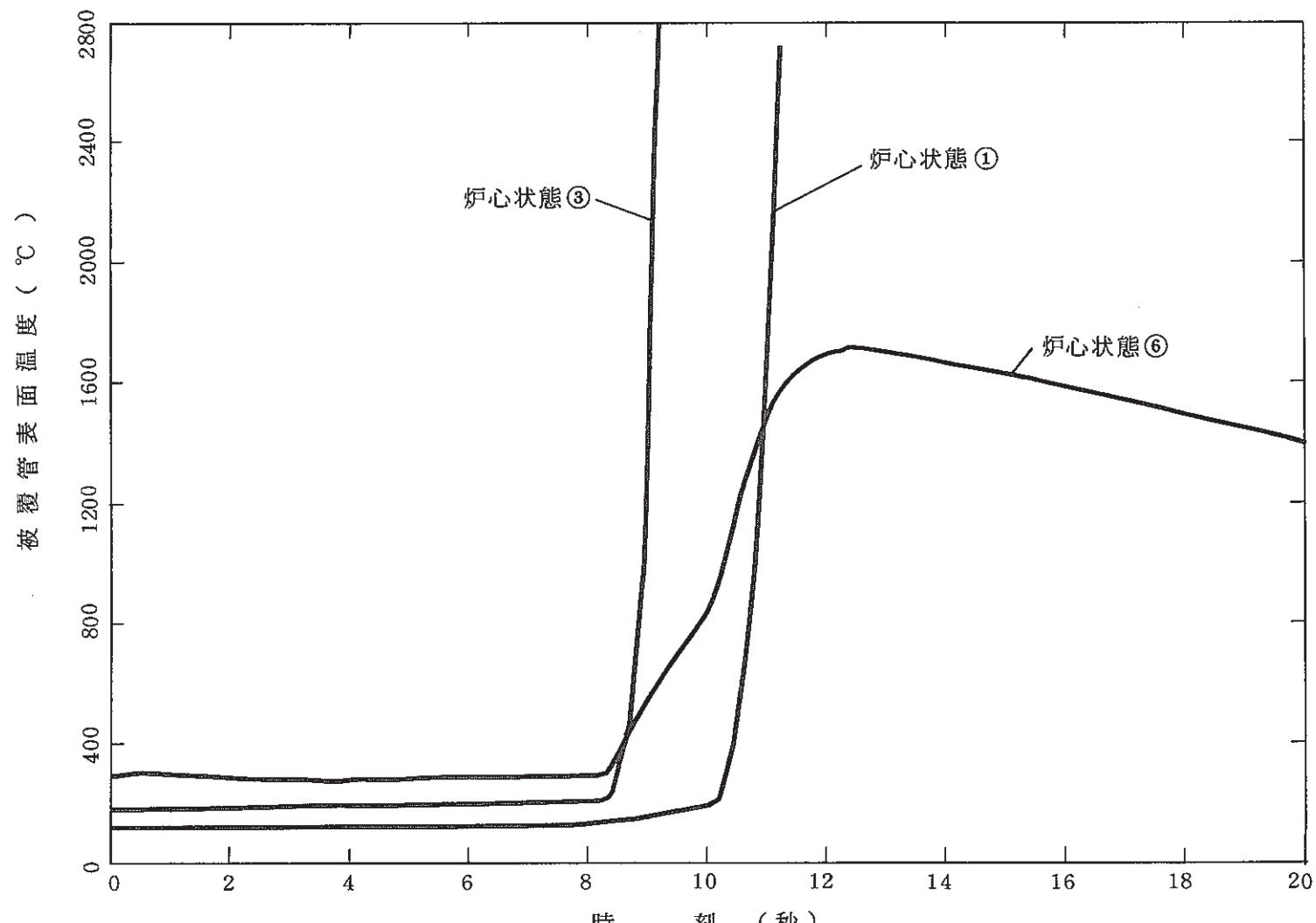


図 5-7 被覆管表面温度の経時変化 (ATWS)

6. 結論

以上の解析より、ふげんの低出力時の制御棒引抜きについて以下の事が明らかになった。

(1) 第一信号スクラム時・スクラム第一信号無視（第二信号スクラム時）

- ① 添十相当事象として観た場合、低出力時の制御棒引抜きの燃料エンタルピーの最大値は約 27cal/g （非断熱）であり、高温待機からの制御棒引抜きに包絡され安全上とくに問題とはならない。
- ② スクラム第一信号無視の場合の燃料エンタルピー（非断熱）は反応度投入評価指針の事故の判断基準（ 230cal/g ）を十分下回り、特に問題とはならない。
- ③ 第一信号スクラム・第一信号無視とも、ピーク出力は初期炉心出力の小さい場合の方が大きいが、燃料エンタルピーは初期炉心出力の大きな場合のほうが大きくなる。
- ④ 反応度投入速さは一般に速いほうが厳しいが、ある値以下になると、準静的に制御棒を引き抜いた状態に近くなり、燃料エンタルピーは大きくなる傾向にある。
- ⑤ 冷却材即時加熱効果の影響は極めて小さい。

(2) 原子炉停止系不作動時（A TWS）

- ⑥ 原子炉停止系不作動時には正の冷却材温度反応度・ボイド反応度が大きく投入されることで出力が急上昇し、燃料エンタルピーは厳しい値となる。
- ⑦ 特に初期出力（圧力・温度）の小さな場合は、冷却材温度反応度・ボイド反応度が大きいので厳しく、燃料エンタルピーは圧力波発生限界の 300cal/g を大きく上回る。
- ⑧ 極めて急激にボイドが発生するような場合は EUREKA-2 コードでも計算が異常停止している。

7. 参考文献

(1) 新型転換炉原型炉ふげん安全解析データシート

P N C S N 3 4 5 0 8 8 - 0 0 1 , 1 9 8 8 年 3 月

(2) (株)日立製作所 新型転換炉燃料の開発のための安全解析（I）

P N C Z J 3 1 2 4 8 7 - 0 1 7 , 昭和 6 2 年 1 0 月

(3) (株)日立製作所 新型転換炉燃料の開発のための安全解析（II）

P N C Z J 3 1 2 4 8 8 - 0 0 4 , 昭和 6 3 年 5 月

(4) 大西信秋他 「軽水炉の反応度投入事象解析コード、EUREKA-2」

J A E R I - M - 8 4 - 0 7 4 , 1 9 8 4 年 5 月

(5) 原見太幹他 「EUREKA-2 コードによる SPERT-III・E 炉心実験の解析」

J A E R I - M - 8 6 - 1 3 6

8. 謝　　辞

本作業の実施に当たっては、動力炉建設運転本部原子炉第一課の永嶋國雄主任研究員、大洗工学センター新型転換炉安全工学室の速水義孝室長、楠 博行氏（現 電源開発株式会社）に多大な御指導・御助言を頂きました。また、計算作業においては株式会社C S Kの川上一夫氏、平尾浩輔氏に御協力いただきました。ここに謹んで感謝の意を表します。

付録 1 多チャンネル解析 (A T W S)

1. 解析について

低出力時の制御棒引抜き解析における多チャンネル効果について解析を実施した。解析は6炉心状態のうち4.5%初期出力・初期温度 277°Cのケース⑥のスクラム無について実施し、5チャンネルモデルと2チャンネルモデルの比較を行った。

なお、解析条件はこれまでと同じ条件として、1／2炉心を5チャンネルに分割した。局所ピーピングは両モデルとも考慮していない。

2. 解析条件について

付図1-1に径方向の出力ピーピングを示す。5チャンネルモデルに用いた出力ピーピングは、三次元拡散コードCITATIONを使用して出力分布を計算し、それを縮約して求める。

ふげん16サイクル初期（高温待機状態）の燃料配置と全出力ピーピングの最も大きな値をあたえる制御棒パターン（本文の解析条件の項で示した制御棒引抜きシーケンスに従う時の最大TPFを生じる制御棒パターン）から出力分布を計算して、それを4チャンネルに縮約し、ホットチャンネルを除く4チャンネルの出力分布とする。また、2チャンネルモデルとの比較のためホットチャンネルのピーピングは、これまでの解析で使用した出力ピーピングを用いる。このように5チャンネルモデルの出力分布を設定した。

その他の、制御棒反応度投入速さ・動特性パラメータ・フィードバック反応度等の条件はこれまでと同じ条件で解析する。なお、安全系は不作動とする。

3. 結 果

解析結果を付表1-1と付図1-2～5に示す。出力ピーク値・全反応度ピーク値・燃料エンタルピー最高値（非断熱）・燃料中心温度・被覆管表面温度とも2チャンネルモデルのほうが厳しい値を示している。

これは、ボイド反応度の投入が2チャンネルモデルのほうが厳しいことによる。制御棒引抜きによる出力の増加に伴いボイドが発生し、炉心にボイド反応度が投入されるが、炉心は出力分布を持つため、チャンネル出力の大きなチャンネル程早くボイドが発生し始める。炉心を多チャンネルに分割した場合は、この効果によりボイド反応度は早めに投入される。これにたいして、2チャンネルモデルは炉心をホットチャンネルと平均チャンネルに分割し、炉心の出力

分布を平坦化したモデルであり、出力の大きなチャンネル程早くボイド反応度投入に寄与する効果は考慮していない。（但し、軸方向の分布は考慮している。）ケース⑥のボイド反応度特性は80%ボイド率をこえると大きなボイド反応度投入に至るが、多チャンネルモデルでは時刻9秒の時点で炉心の約10%の領域が80%ボイド率を越えているのに対し、2チャンネルモデルでは約1%の領域しか越えていない。このため、9秒の時点では5チャンネルモデルのボイド反応度のほうが大きい。しかし、10秒になると80%ボイド率以上の領域は、5チャンネルモデルでは、約40%領域であるのに対し、2チャンネルモデルでは約70%領域になる。このため、時刻10秒のボイド反応度としては両モデルに差はないものの、ボイド反応度投入速さが2チャンネルモデルのほうが早いため負のドプラー反応度が追従し難くなっている。

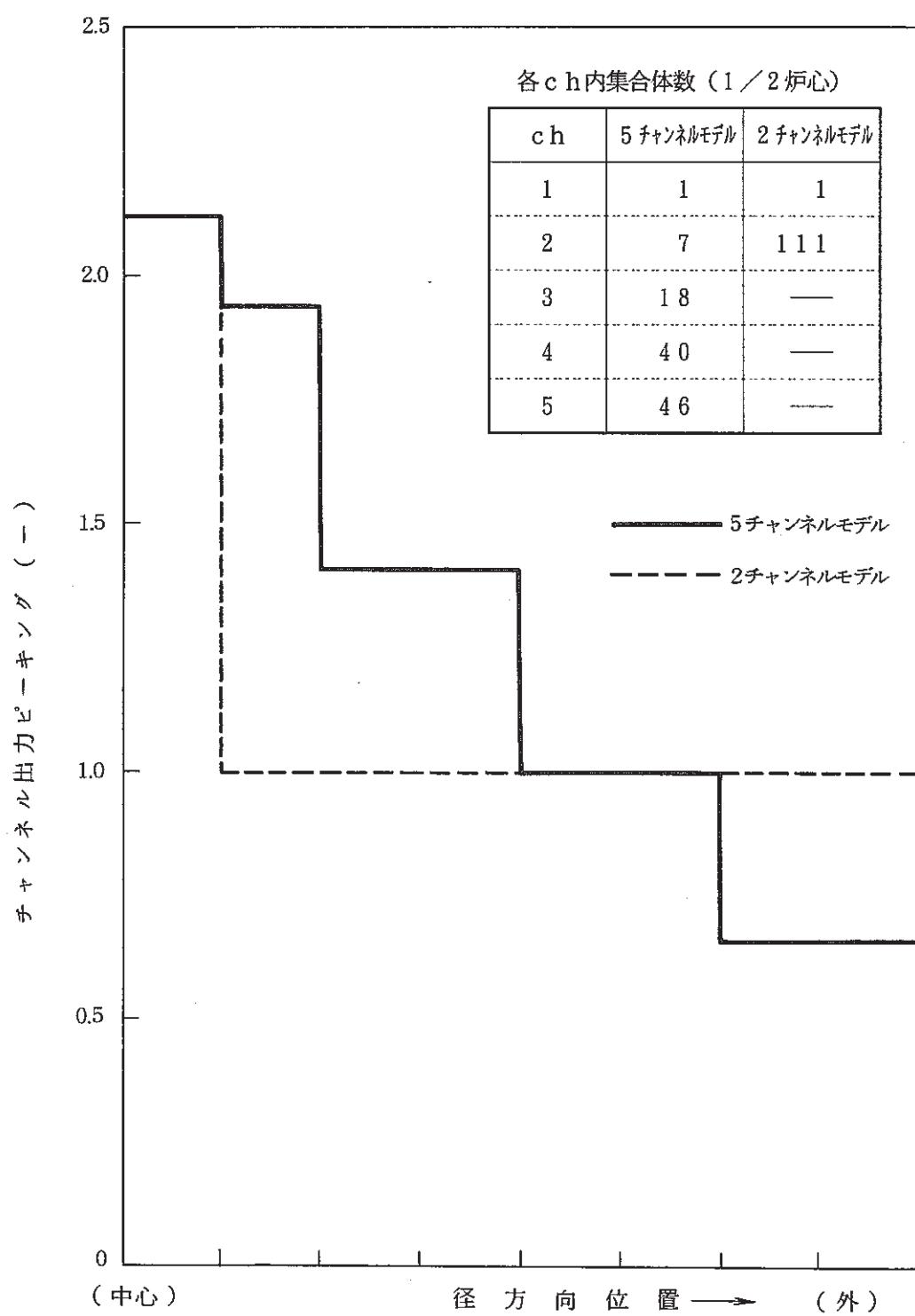
以上のように、多チャンネルの場合はボイド反応度などのフィードバック反応度が早めに投入されはじめるが、単チャンネル解析では、フィードバック反応度投入が若干遅れる。しかし、炉心全体にボイドが一様に発生するような状態を模擬するかたちなので、ボイド反応度投入速度は速くなり、厳しい結果となっている。

付表 1 - 1 多チャンネル効果に関する解析結果

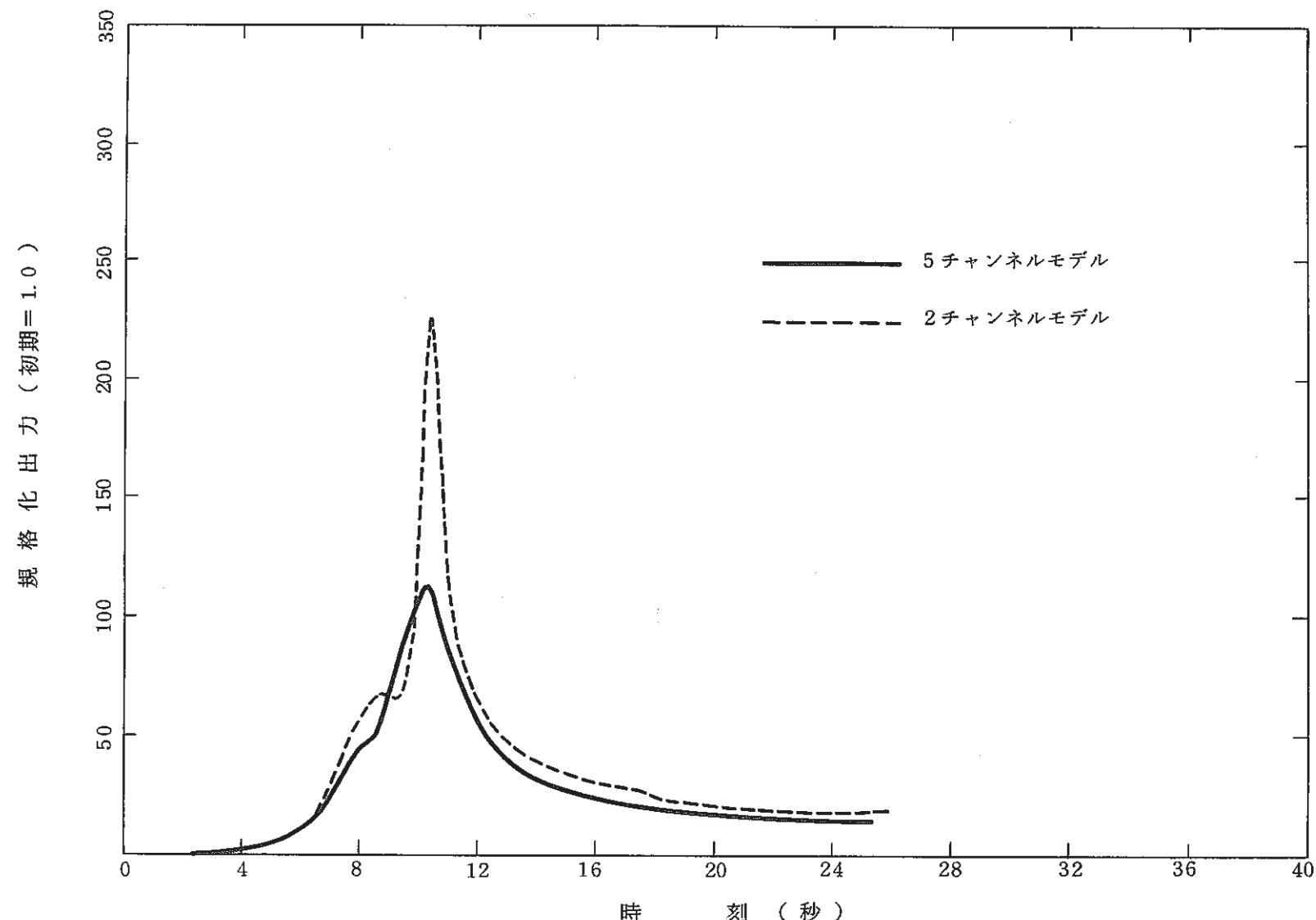
(炉心状態⑥、ATWS)

		5 チャンネル モデル	2 チャンネル モデル
ピーク出力 (MW _{th})		2768	5558
ピーク出力時刻 (秒)		10.3	10.4
反応度ピーグ時	時 刻 (秒)	8.0	10.2
	全 反 応 度 (ドル)	0.781	0.887
	ドブラー反応度 (ドル)	-0.201	-1.225
	冷却材温度反応度 (ドル)	0.050	0.120
	ボイド反応度 (ドル)	0.008	0.679
* 最高燃料エンタルピー (cal/g)		162	197
* 最高燃料中心温度 (°C)		2796	3175
* 最高被覆管表面温度 (°C)		1068	1314

*局所ピーピングを考慮していない値

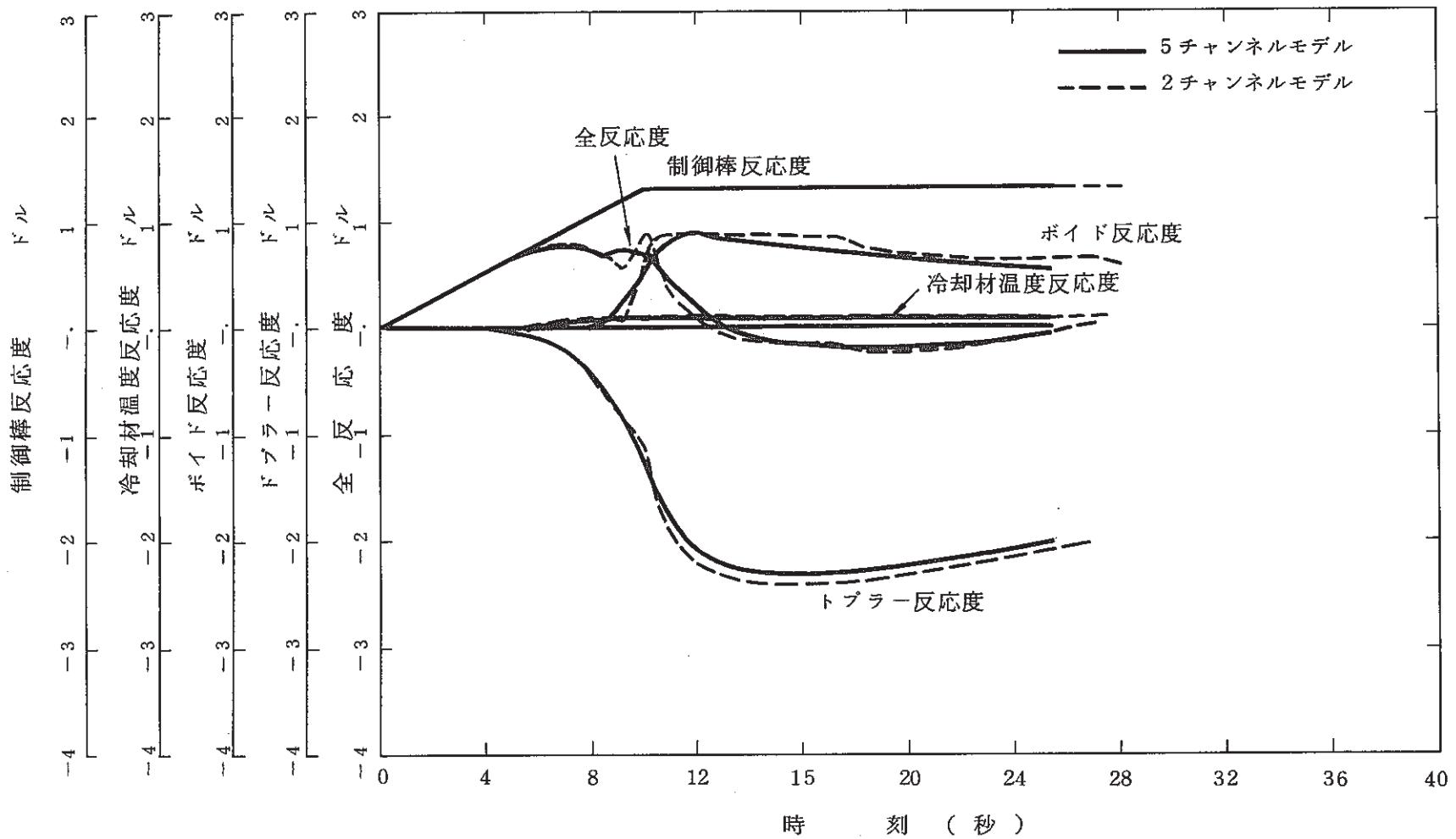


付図1-1 径方向の出力ピーキング(ふげん低出力)

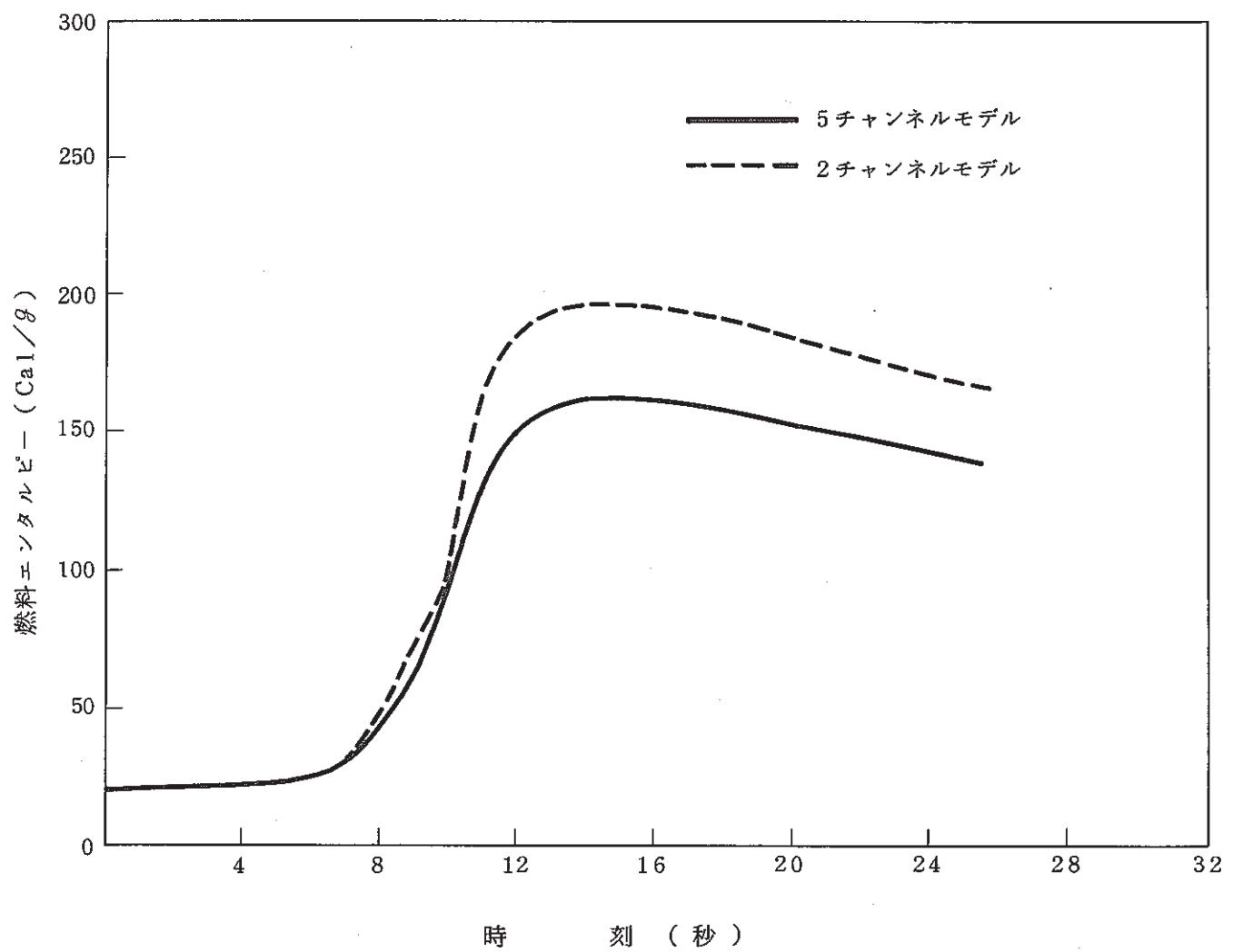


付図 1-2 炉心出力の経時変化（炉心状態⑥，ATWS）

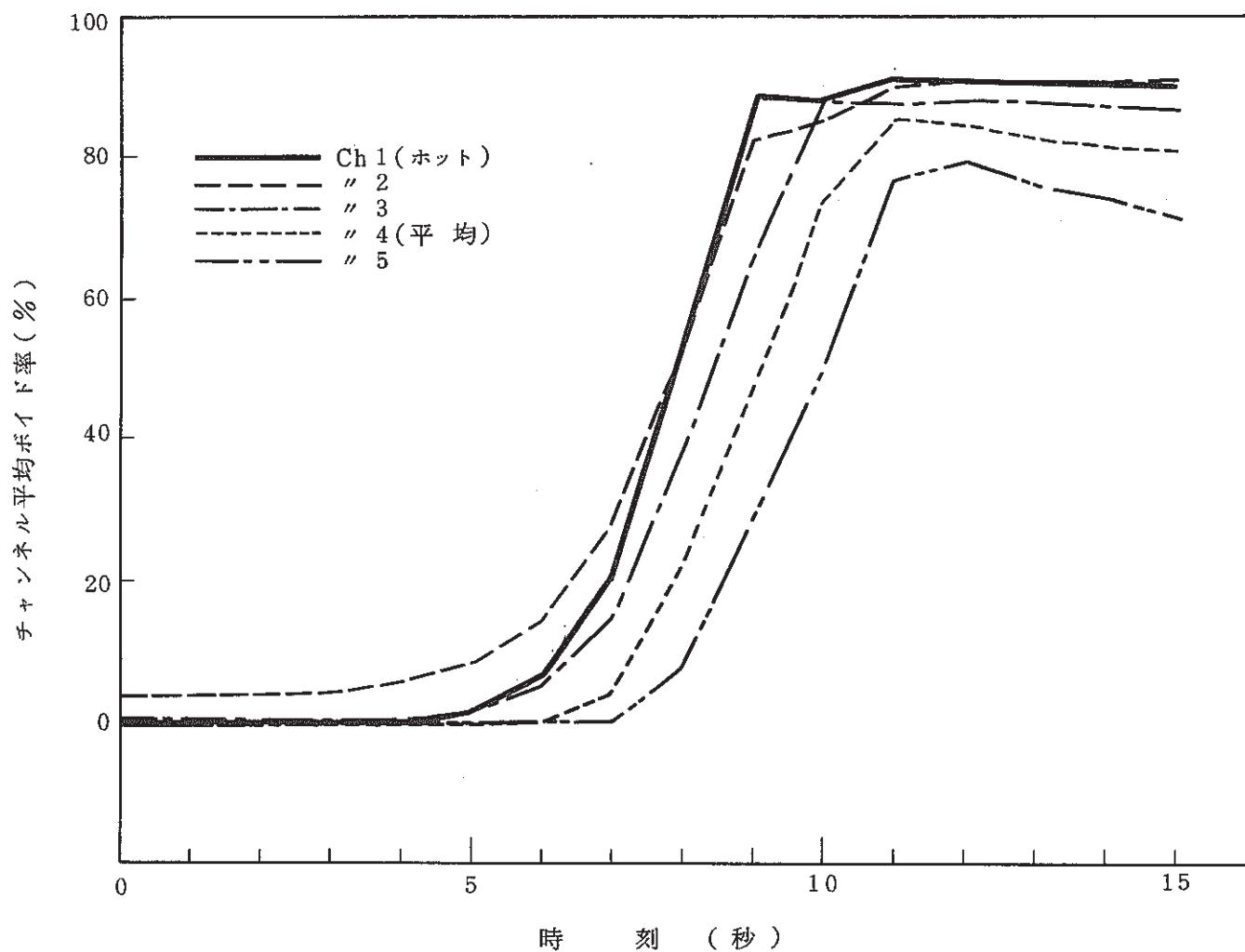
- 0 6 -



付図 1 - 3 各 反応度 の 経 時 変 化 (炉心状態 ⑥ , ATWS)



付図1-4 燃料エンタルピーの経時変化(炉心状態⑥, ATWS) (非断熱 LPF=1.0)



付録 2 EUREKA-2 コードの概要

EUREKA-2 は、多領域核熱水力結合動特性解析コードである。核的には、中性子束の空間分布が時間的に一定とした 1 点近似動特性方程式を解いて、原子炉出力を得る。原子炉出力は、核分裂によって発生する出力と γ 線による崩壊熱の和で与えられる。崩壊熱は Shure の式を用いている。

動特性方程式の反応度の寄与としては、スクラムや外乱による時間依存反応度及び各炉心領域におけるフィードバック効果による反応度からなる。フィードバック効果は、ドプラ効果、ボイド効果、冷却材温度効果および被覆材膨張効果から構成される。フィードバック反応度の計算には、炉心での中性子束分布、温度変化やボイド発生の空間依存を考慮し、空間の重み関数をかけて空間積分することによりフィードバック反応度の空間依存性を考慮することができる。ここで重み関数として、中性子束と随伴中性子束の積（インポータンス）を用い、ドプラ効果には共鳴中性子束の重み関数を、減速材温度効果、膨張効果およびボイド効果に対して熱中性子束の重み関数を用いる。

内部熱発生のある燃料および被覆材からなる熱伝導体形状としては、円柱及び平板について計算可能である。熱伝導モデルは、半径方向 1 次元時間依存の熱伝導方程式を基本としている。

この式を解くことによって、燃料内温度分布を得る。ギャップが存在する場合、ギャップ熱伝達率は、ギャップ内ガスによる電熱と輻射伝熱効果の和で示される。

熱伝導体と冷却材の接面での表面熱流束は、冷却材流動、表面温度によって使い分ける熱伝達相関式で与えられる。

冷却材流動は、質量、エネルギー、運動量の保存式を軸方向 1 次元均質熱平衡流の仮定に基づいて解く。

その他のモデルとして、即発生減速材加熱（PMH）効果、サブクールボイドモデル、垂直スリップモデル並びにエンタルピー輸送モデルを考慮している。

数値計算法としては、動特性方程式は、5 段階の Runge-Kutta 法で解く。燃料温度分布は、熱伝導体をメッシュ分割し、過渡状態での境界条件、つまり熱伝導体の中心では熱伝達は起こらないことと表面温度は表面熱流束と沸騰曲線との交点を反復計算により求め、三角行列式を解くことによって得られる。数値解法に用いる熱流動方程式は、分割された体系（ノード）毎に保存式を体積積分して得られる。摩擦損失係数は、乱流に対する Karman-Nikuradse 方程式と層流域における式を区別して求める。尚、ふげん解析用に一部ふげん用の評価式を組み込んだ。

動特性モデル

規格化出力は、反応度のフィードバックを考慮した、一点炉近似動特性方程式を解いて得られる。動特性方程式は次式で示される。

$$\frac{dn}{dt} = \frac{\beta}{\ell} (R - 1) n + \sum_{i=1}^6 \lambda_i C_i + s$$

$$\frac{dC_i}{dt} + \lambda_i C_i = -\frac{\beta_i}{\ell} n$$

$$\beta = \sum_{i=1}^6 \beta_i$$

ここで使用した各記号は、

n : 規格化炉心出力

β : 有効遅発中性子割合

ℓ : 即発中性子寿命 (sec^{-1})

R : 遅発中性子割合で規格化した全反応度 (\$)

λ_i : 遅発中性子第 i 群の崩壊定数 (sec^{-1})

C_i : 遅発中性子第 i 群の先行核密度

s : 中性子源

β_i : 第 i 群の有効遅発中性子割合

又、核分裂生成物からの崩壊熱を考慮した動特性を選択する事ができ、放射崩壊を次式で解く。

$$\frac{d\gamma_j}{dt} + \lambda_j \gamma_j = E_j n$$

ここで使用した各記号は、

γ_j : 崩壊熱第 j 群の密度

λ_j : 崩壊熱第 j 群の崩壊定数 (sec^{-1})

E_j : 崩壊熱第 j 群の熱発生割合

フィードバックモデル

反応度は、動特性方程式のための導出関数である。反応度の寄与としては、時間依存（スクラム）反応度及びそれぞれの炉心領域におけるフィードバック効果による、各々独立した反応度から成る。フィードバック効果は、ドップラー効果、ボイド効果、冷却材温度効果及び被覆材膨張効果より構成される。フィードバック反応度は次式で計算される。

$$R(t) = R_0 + [R_{exp}(t) - R_{exp}(0)] + [\sum_i R^i(t) - \sum_i R^i(0)]$$

$$R^i(t) = W_D^i R_D (\bar{T}_F^i(t)) + W_V^i R_V (\alpha_V^i(t)) \\ + W_{WT}^i R_{WT} (\bar{T}_W^i(t)) + W_E^i \cdot \lambda_C^i \left(\frac{V_F^i}{V_M} \right) \cdot \bar{T}_C^i(t)$$

ここで使用した各記号は、

R_D : 平均燃料温度の関数として与えられる反応度（テーブルで与える）（\$）

R_V : ボイド率の関数として与えられる反応度（テーブルで与える）（\$）

R_{WT} : 平均冷却材温度の関数として与えられる反応度（テーブルで与える）（\$）

W_D^i : 共鳴吸収領域の中性子束と随伴中性子束の積に炉心領域 i の燃料体積要素を掛け
て規格化した重み因子

W_V^i, W_{WT}^i : 热領域の中性子束と随伴中性子束の積に炉心領域 i の燃料体積要素を掛け
て規格化した重み因子

\bar{T}_F^i : 炉心領域 i での平均燃料温度 (°C)

α_V^i : 炉心領域 i でのホイド率

\bar{T}_W^i : 炉心領域 i での平均冷却材温度 (°C)

\bar{T}_C^i : 炉心領域 i での平均被覆材温度 (°C)

λ_C^i : 時刻 t での被覆材の線膨張率 (1/°C)

$(V_F/V_M)^i$: 炉心領域 i での燃料体積と減速材体積比

W_E^i : W_V^i 又は W_{WT}^i の重み因子にフィッティング係数を掛けた因子

R_0 : 初期反応度 (\$)

R_{exp} : 時間依存反応度（テーブルで与える）（\$）

冷却材熱流動モデル

流体質量、エネルギー及び流量の保存式が流体流動現象に対し完全な解を与えていた。ここでは、一次元均質熱平衡流の仮定に基づいた、一組の円筒流に対する流体方程式を解いている。
これは一般に使われている保存式より導かれる。

1) 質量保存式

$$A \frac{\partial \rho}{\partial t} = - \frac{\partial W}{\partial X}$$

2) エネルギー保存式

$$A \frac{\partial (\rho \cdot e)}{\partial t} = - \frac{\partial}{\partial X} [W (h + \frac{1}{2} V^2 + \Phi)] + q_w \frac{\partial A_w}{\partial X}$$

3) 流動方程式

$$A \frac{\partial (\rho \cdot V)}{\partial t} = - \frac{\partial (V \cdot W)}{\partial X} + A \frac{\partial P}{\partial X} - \rho g A \frac{\partial Z}{\partial X} - \frac{\partial F_k}{\partial X}$$

ここで使用した記号は

A = 流路面積 (m^2)

A_w = 热伝達が行われる壁面積 (m^2)

e = 流体の全特性エネルギー (m^2/sec^2)
 $(e = u + \frac{1}{2} V^2 + \Phi)$

F_k = 摩擦力 ($kg \cdot m/sec^2$)

g = 重力加速度 (m/sec^2)

h = 流体の特性エンタルピー (m^2/sec^2)
 $(h = u + P/\rho)$

P = 热力学的压力 ($kg \cdot m/sec^2$)

q_w = 热伝達面での热流束 (kg/sec^2)

t = 時間 (sec)

u = 流体の特性内部エネルギー (m^2/sec^2)

V = 流体速度 (m/sec²)

W = 流体质量速度 (kg/sec)

X = 流路長 (m)

Z = 流体の相対的高さ (m)

ρ = 流体の密度 (kg/m³)

Φ = ポテンシャルエネルギー (m²/sec²)

$$(g = \frac{\partial \Phi}{\partial Z})$$

付表 2 - 1 使用熱伝達相関式

適用範囲	高流量	低流量
強制対流（サブクール水）	Dittus-Boelterの式	—
自然対流（サブクール水）	—	Ostrache の式
サブクール核沸騰	修正 Chen の式	—
核沸騰	Chen の式	西川、山県の式
過渡沸騰	修正 Tong-Young の式	—
膜沸騰	Condie-Bengston の式	—
自然対流 (Dryout 領域)	—	N S R R の実験式

付表 2-2 EUREKA-2 コードの評価式

	ふ げ ん	オ リ ジ ナ ル
二相流増倍圧損係数	修正CTLの式(均質流)	Baroczyのデータ
ドライアウト評価式	HTL評価式	W-3相関式等
熱 伝 達 率 計 算 式	单 相 流	Dittus-Boelter
	サブクール沸騰	Dittus-Boelter
	核 沸 謾	chen の式
	遷 移 沸 謾	入口管破断時のモデル
	膜 沸 謾	HTL式×0.8
	蒸 気 单 相 流	McEligot Condie-Bengstonの式 NSRRの式等

EUREKA-2 コードは、米国で行われた S P E R T - III・E 炉心の反応度添加実験解析によって検証されている。

この結果の一部を J A E R I レポートより引用して次に示す。

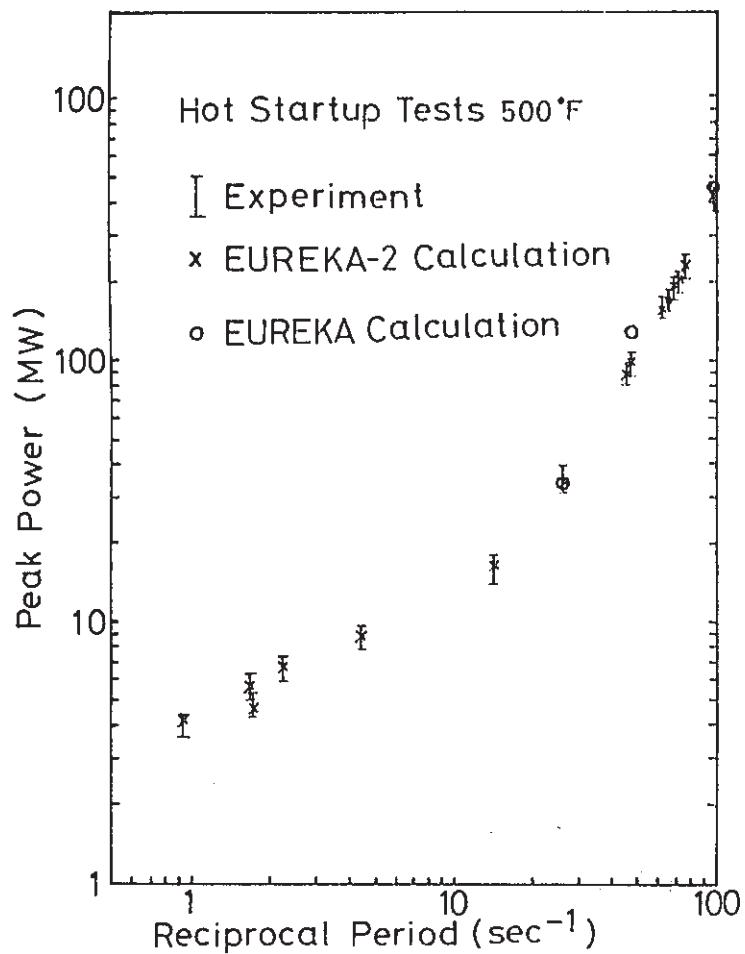


Fig. 4.13 Experimental and EUREKA-2 calculated peak power as functions of reciprocal period for the 500° F hot-startup tests

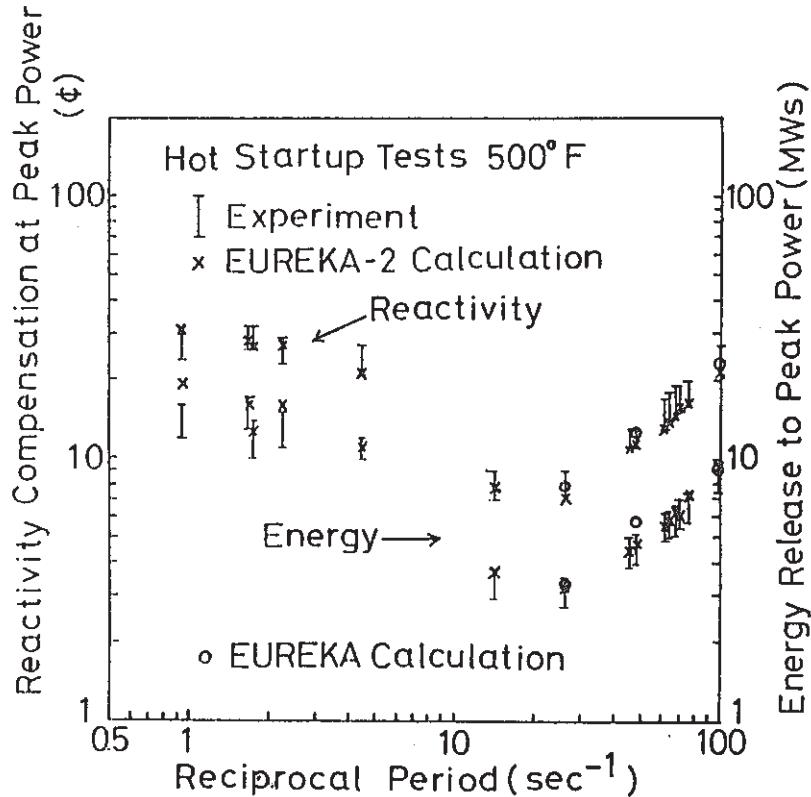


Fig. 4.14 Experimental and EUREKA-2 calculated energy release to peak power and reactivity compensation at peak power as functions of reciprocal period for the 500° F hot-standby tests

- 102 -

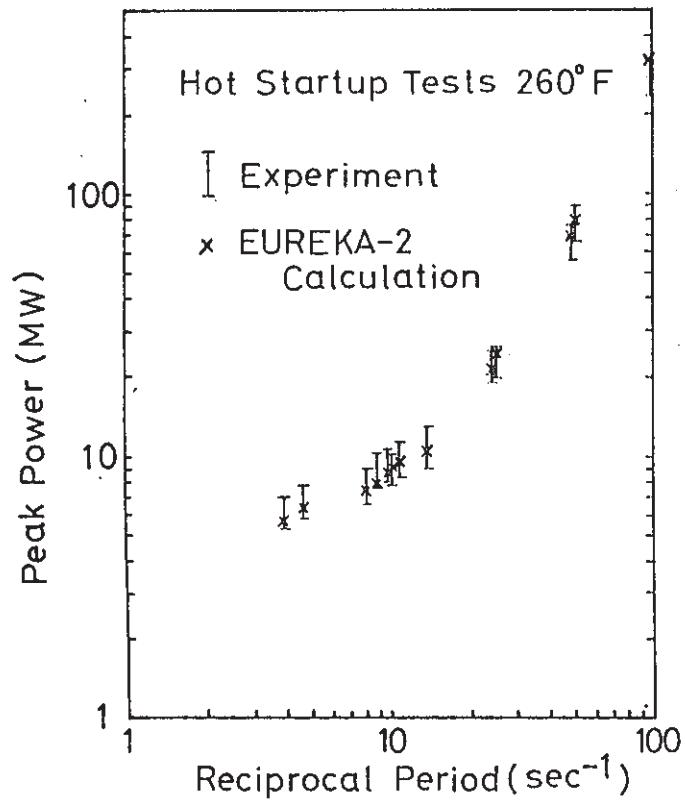


Fig. 4.11 Experimental and EUREKA-2 calculated peak power as functions of reciprocal period for the 260° F hot-startup tests

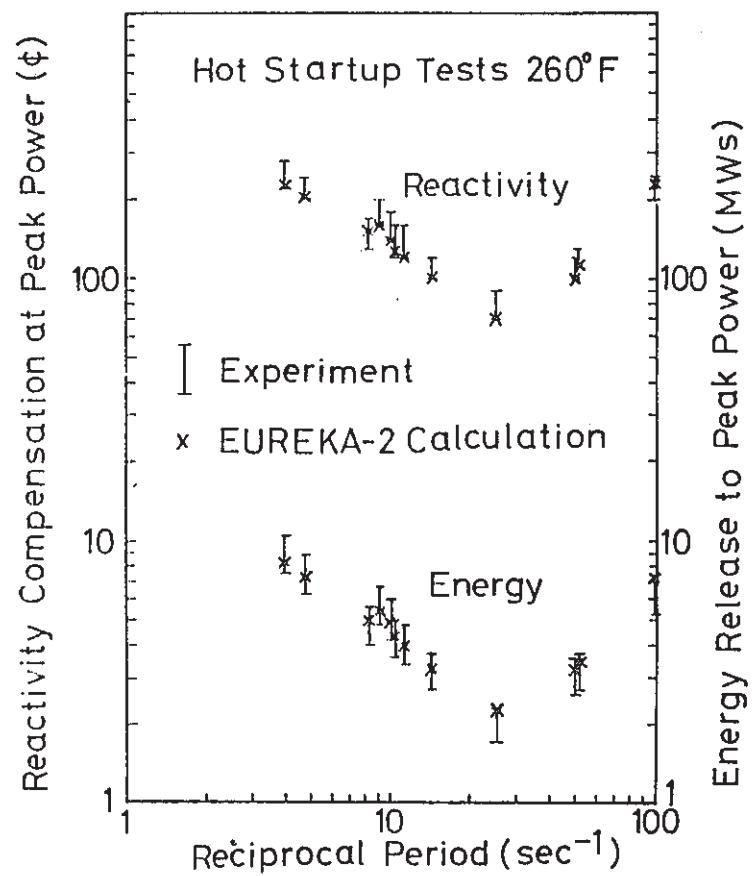


Fig. 4.12 Experimental and EUREKA-2 calculated energy release to peak power and reactivity compensation at peak power as functions of reciprocal period for the 260° F hot-standby tests

JAEERI - M 86 - 136

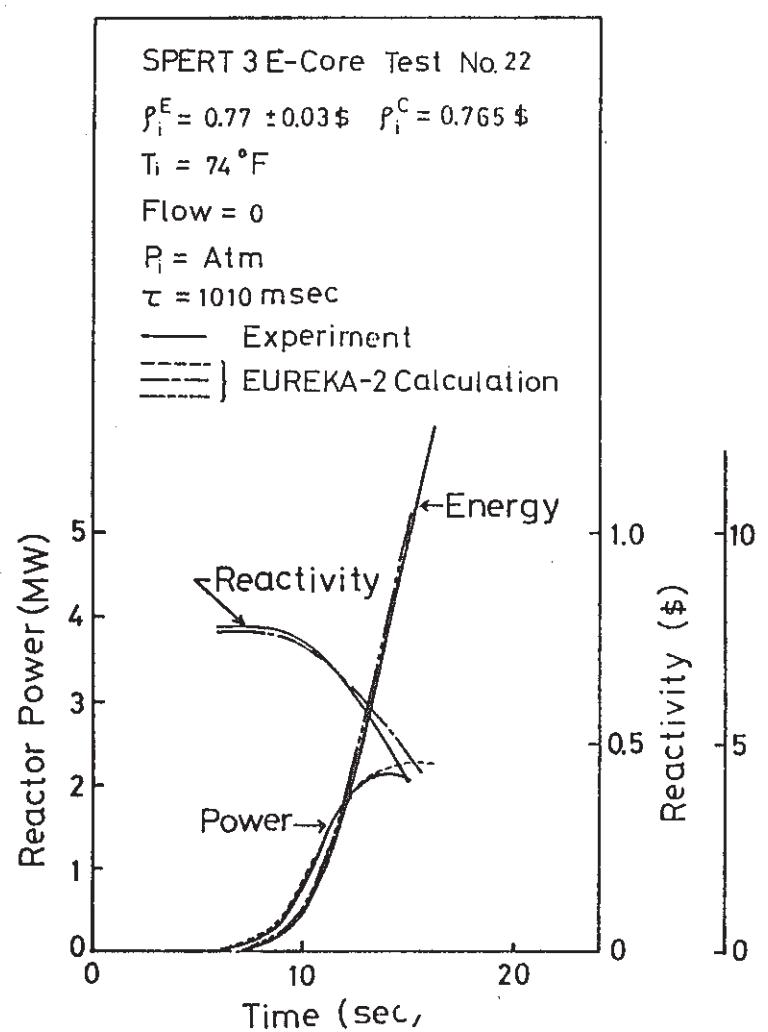


Fig. A.1 SPERT 3E-Core Test No.22

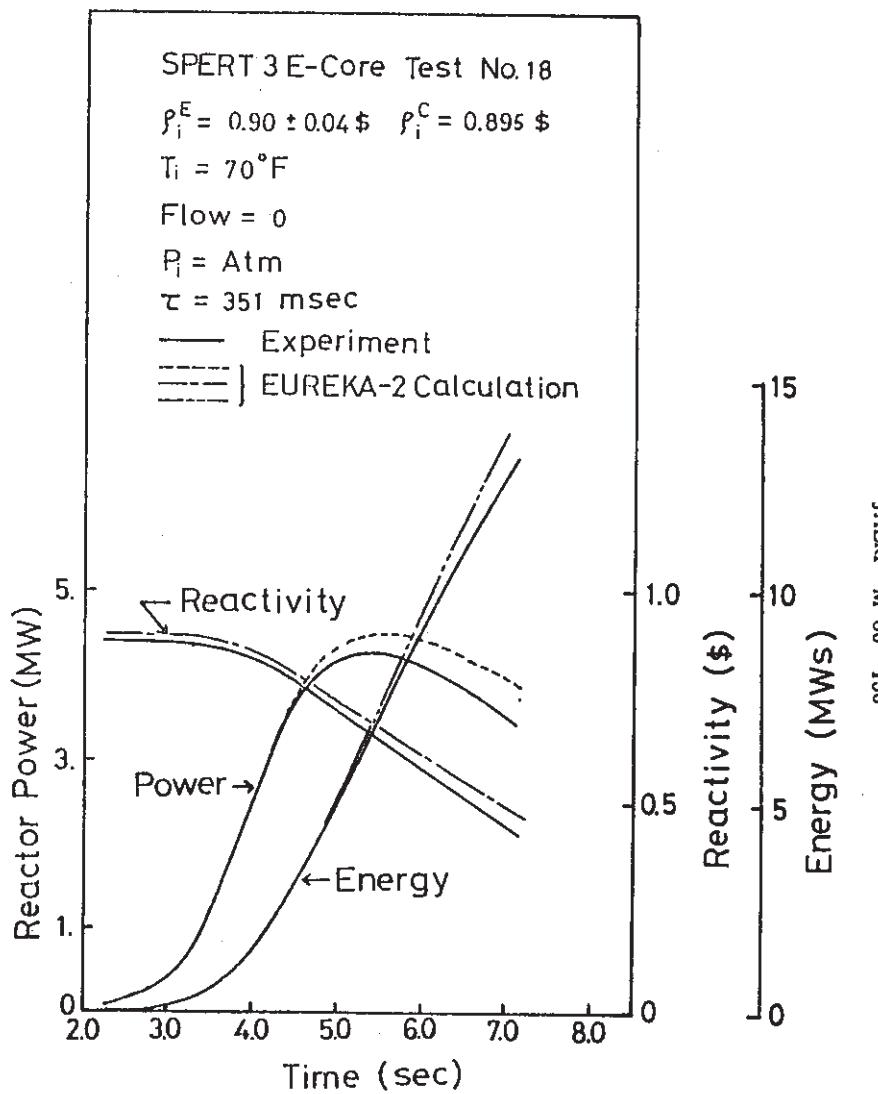


Fig. A.2 SPERT 3E-Core Test No.18

JAEKI-M 86-136

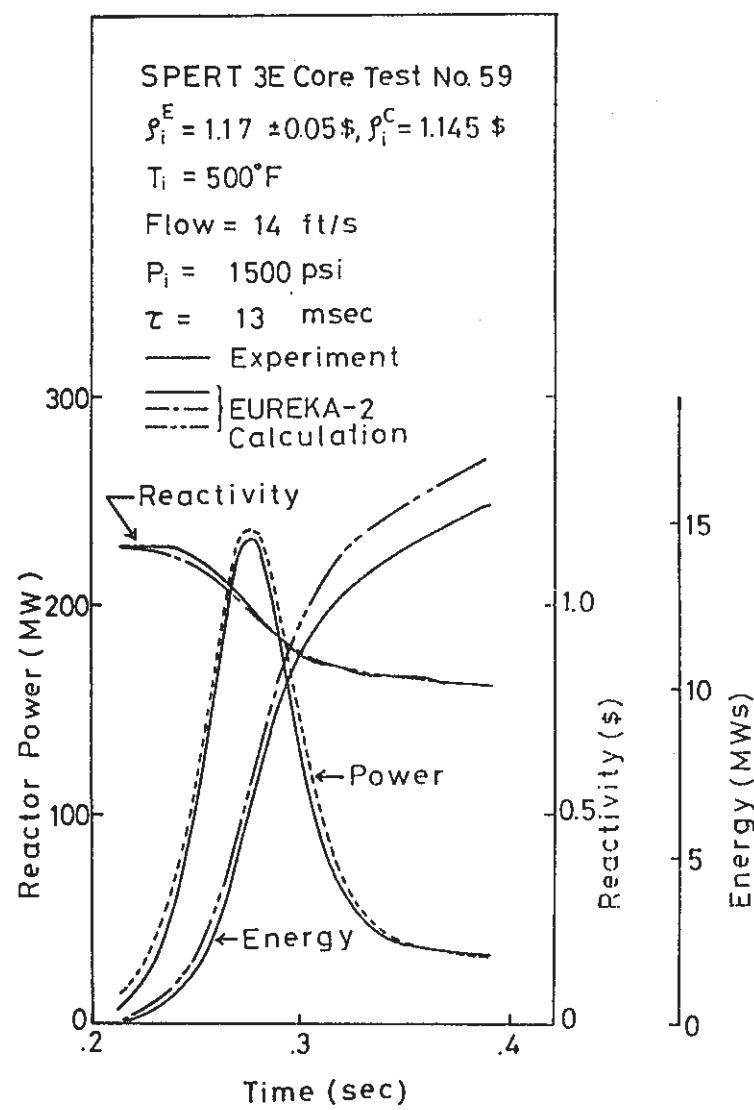


Fig. B.27 SPERT 3E-Core Test No. 59

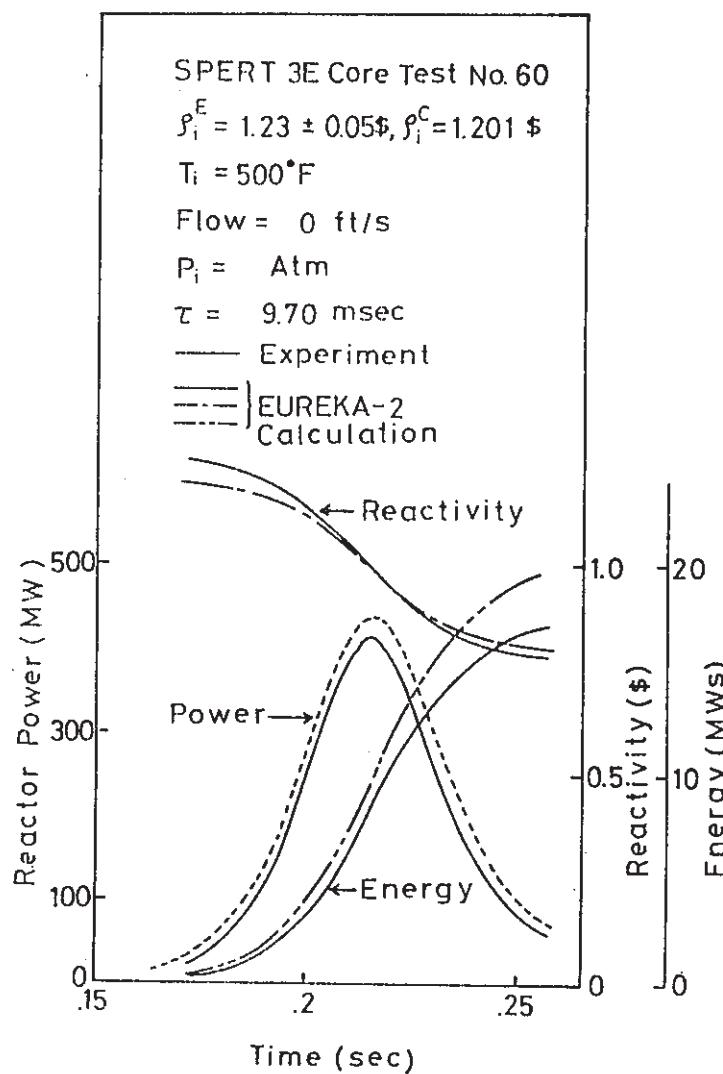


Fig. C.28 SPERT 3E-Core Test No. 60

- 105 -

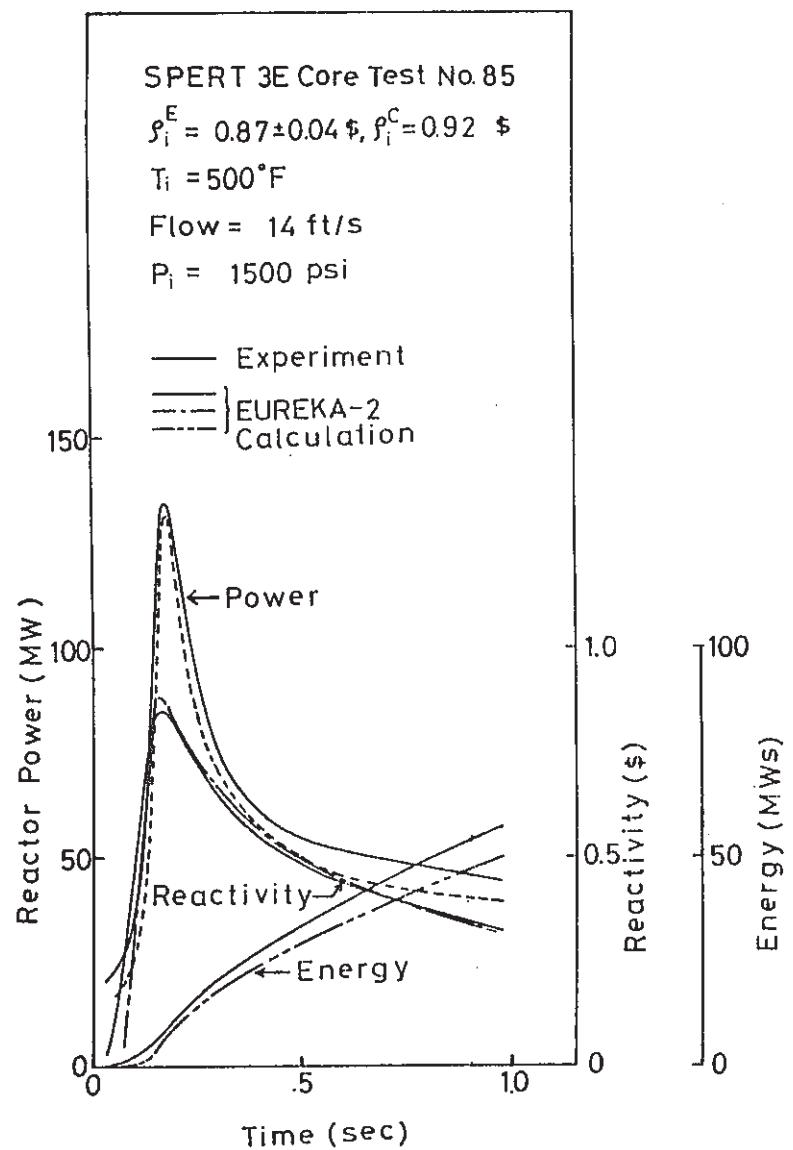


Fig. C.7 SPERT 3E-Core Test No. 85

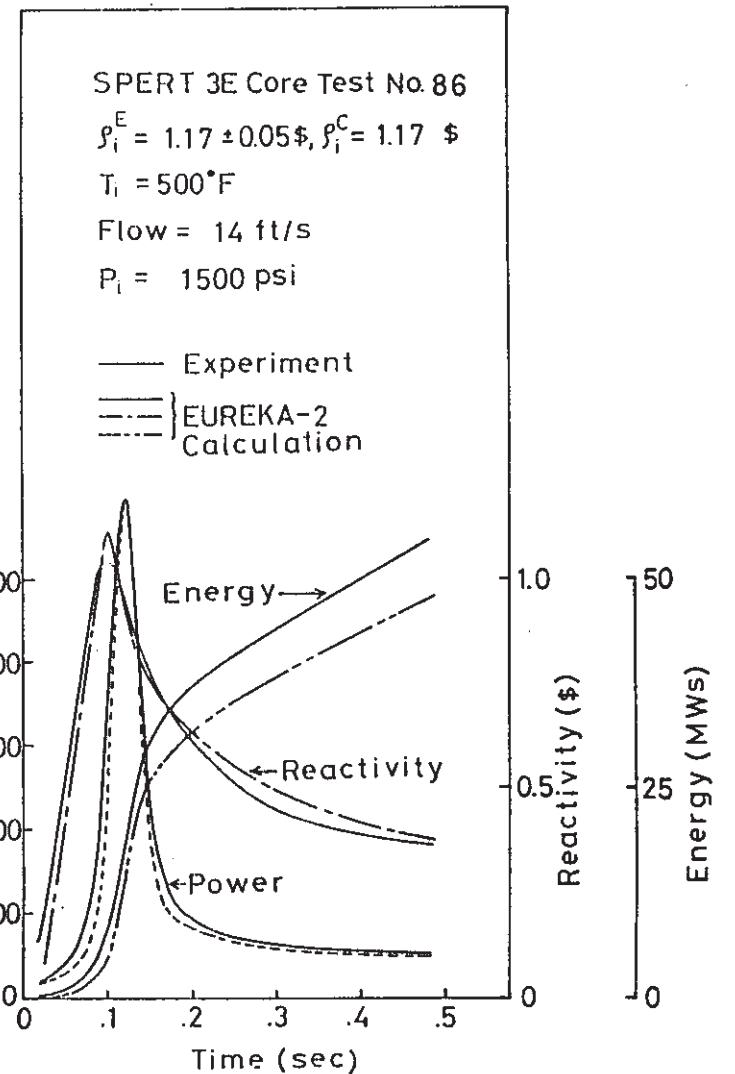


Fig. C.8 SPERT 3E-Core Test No. 86

JAEKI-M 88-136

付録 3 入力データ

EUREKA-2 コードの入力データを以下に示す。

```

*****
**** INPUT DATA & JCL ****
**** 16% SCRAM , 0.5% POWER ****
**** *****

*****
*
//PA39AEUR JOB (XXXXXX),X.XXX,MSGCLASS=A,MSGLEVEL=(1,1),
// NOTIFY=PA39A,
// ATTR=(T5,C4,B5)
//*OUTE PRINT XXXXX
// EXEC FORT7CLG,
// PARM.FORT='LANGLVL(66),OPT(0),BYNAME,NOSTATIS,GOSTMT',
// PARM.LKED='LET,LIST,MAP'
//FDRT.SYSPRINT DD DUMMY
//FORT.SYSIN DD DSN=PA39A.EURE2A.FORT(FORT0001),DISP=SHR
//          DD DSN=PA39A.EURE2A.FORT(INIV),DISP=SHR
//          DD DSN=PA39A.EURE2A.FORT(GAPCON),DISP=SHR
//          DD DSN=PA39A.EURE2A.FORT(PLTAPE),DISP=SHR
//          DD DSN=PA39A.EURE2A.FORT(EDIT),DISP=SHR
//          DD DSN=PA39A.EURE2A.FORT(SUBPG),DISP=SHR
//LKED.SYSPRINT DD DUMMY
//LKED.SYSIN DD DSN=PA39A.EURELINK.DATA(DIRECT1),DISP=SHR
//OBJMERGE DD DSN=PA39A.EURE2.LOAD,DISP=SHR
//GG.F105FOOT DD *

      2
* FUGEN RA(6E-4DK/S)  0.5% POWER  16% SCRAM
*
* PROBLEM DIMENSION CARD
* LDP NE RT RTR MV NTV NJ NC NF NSB NGM HMT
010001 -2 9 3 4 32 2 32 0 0 27 2 3
*
* PROBLEM CONSTANT CARD
* POWER
010002 0.8075
*
* EDIT VARIABLE CARD
*
020000 P0 0 TR 0 RV 0 RD 0 RW 0 RC 0 RH 0 TH 13 QU 13
*
* TIME STEP CARD
*      MIN MAJ DHP NCHK DELTH DTMIN TLAST CPU
030010 2 50 2 0 0.010 0.010 2.0 580.0
030020 4 50 5 0 0.005 0.005 202.0
030030 2 100 1 0 0.010 0.010 1000.0
*
* TRIP CONTROL CARD
*      IDTRP IDSIG IX1 IX2 SETPT DELAY
040010 1 1 0 0 22.0 0.0 * END OF PROBLEM
040020 2 2 0 0 32.0 0.0 * SCRAM(557MW*16%*1/2CORE)
040030 3 1 0 0 2.0 0.0 * KINETICS CALCULATION
040040 4 1 0 0 0.0 0.0 * FILL(INLET FLOW)
*
* VOLUME DATA CARD
*      READ P(KG/CM2) T(DEG-C) X           VCH*3) ZXOL(H)
*
*** CH1 ***
050011 0 3.64290916 119.624374 -1.00000000 0.001108 0.23125
050021 0 3.59833495 119.686096 -1.00000000 0.002215 0.46250
050031 0 3.53889381 119.764740 -1.00000000 0.002215 0.46250
050041 0 3.47943736 119.846863 -1.00000000 0.002215 0.46250
050051 0 3.41996602 119.908447 -1.00000000 0.002215 0.46250
050061 0 3.36047908 119.957352 -1.00000000 0.002215 0.46250
050071 0 3.30097608 119.999222 -1.00000000 0.002215 0.46250
050081 0 3.24145694 120.028839 -1.00000000 0.002215 0.46250
050091 0 3.19630661 120.035492 -1.00000000 0.001108 0.23125
*** CH2 ***
050101 0 3.38385731 119.620199 -1.00000000 0.120284 0.23125
050111 0 3.34623668 119.659241 -1.00000000 0.240568 0.46250
050121 0 3.29607301 119.708328 -1.00000000 0.240568 0.46250
050131 0 3.24590533 119.760513 -1.00000000 0.240568 0.46250
050141 0 3.19573359 119.808563 -1.00000000 0.240568 0.46250
050151 0 3.14555774 119.855133 -1.00000000 0.240568 0.46250
050161 0 3.09537770 119.896729 -1.00000000 0.240568 0.46250
050171 0 3.04519326 119.927109 -1.00000000 0.240568 0.46250
050181 0 3.00755240 119.935104 -1.00000000 0.120284 0.23125
*** HEADER IN ***
050191 1 4.71122836 119.542114 -1.00000000 2.700000 0.53180
*** CH1 IN PURENH ***

```

050201 0 4.75611166 119.537903 -1.00000000 0.023616 9.65000
 050211 0 4.81355832 119.532516 -1.00000000 0.019200 2.68000
 050221 0 4.14940437 119.595108 -1.00000000 0.018750 2.27000
 *** CH2 IN PURENAM ***
 050231 0 3.91164485 119.609299 -1.00000000 2.621376 9.65000
 050241 0 4.13026249 119.596924 -1.00000000 2.131200 2.68000
 050251 0 3.70002371 119.609299 -1.00000000 2.091272 2.27000
 *** CH1 OUT PURENAM ***
 050261 0 2.98410449 120.035553 -1.00000000 0.010707 2.07500
 050271 0 2.68191178 120.035553 -1.00000000 0.021450 1.00000
 050281 0 2.38044693 120.006943 -1.00000000 0.039253 4.85500
 *** CH2 OUT PURENAM ***
 050291 0 2.84350844 119.935104 -1.00000000 1.188477 2.07500
 050301 0 2.62080828 119.935104 -1.00000000 2.380950 1.00000
 050311 0 2.33430313 119.907578 -1.00000000 4.357138 4.85500
 *** DURM ***
 050321 2 2.00000000 119.609970 0.00059738 37.000000 1.76500
 *
 *
 * AREA EDDIA ELEV
 050012 0.00479 0.00932 0.0
 050022 0.00479 0.00932 0.23125
 050032 0.00479 0.00932 0.69375
 050042 0.00479 0.00932 1.15625
 050052 0.00479 0.00932 1.61875
 050062 0.00479 0.00932 2.08125
 050072 0.00479 0.00932 2.54375
 050082 0.00479 0.00932 3.00625
 050092 0.00479 0.00932 3.46875
 *
 050102 0.520146 0.00971 0.0
 050112 0.520146 0.00971 0.23125
 050122 0.520146 0.00971 0.69375
 050132 0.520146 0.00971 1.15625
 050142 0.520146 0.00971 1.61875
 050152 0.520146 0.00971 2.08125
 050162 0.520146 0.00971 2.54375
 050172 0.520146 0.00971 3.00625
 050182 0.520146 0.00971 3.46875
 *
 050192 0.222 0.5381 4.7
 *
 050202 0.00192 0.0495 -4.95
 050212 0.00192 0.0495 -4.95
 050222 0.00826 0.1026 -2.27
 *
 050232 0.21312 0.0495 -4.95
 050242 0.21312 0.0495 -4.95
 050252 0.91686 0.1026 -2.27
 *
 050262 0.00516 0.0811 3.7
 050272 0.00429 0.0739 5.775
 050282 0.00429 0.0739 6.775
 *
 050292 0.57276 0.0811 3.7
 050302 0.47619 0.0739 5.775
 050312 0.47619 0.0739 6.775
 *
 050322 2.447 1.765 11.63
 *
 *
 * TIME DEPENDENT VOLUME CARD
 * (CONSTANT CONDITION)
 * TRIN
 070100 0
 070200 0
 *
 *
 * JUNCTION DATA CARD
 * IN OUT FILL VALV FLOW AREA ELEV INERT FJUNF FJUNR
 080011 22 1 0 0 30.5 0.00479 0.0 0 22.00 5.90
 080021 1 2 0 0 30.5 0.00479 0.23125 0 0.0 0.0
 080031 2 3 0 0 30.5 0.00479 0.69375 0 0.0 0.0
 080041 3 4 0 0 30.5 0.00479 1.15625 0 0.0 0.0
 080051 4 5 0 0 30.5 0.00479 1.61875 0 0.0 0.0
 080061 5 6 0 0 30.5 0.00479 2.08125 0 0.0 0.0
 080071 6 7 0 0 30.5 0.00479 2.54375 0 0.0 0.0
 080081 7 8 0 0 30.5 0.00479 3.00625 0 0.0 0.0
 080091 8 9 0 0 30.5 0.00479 3.46875 0 0.0 0.0
 080101 9 26 0 0 30.5 0.00479 3.7 0 5.9 6.60

*

 080111 25 10 0 0 2069.5 0.520146 0.0 0 29.00 8.14

 080121 10 11 0 0 2069.5 0.520146 0.23125 0 0.0 0.0

 080131 11 12 0 0 2069.5 0.520146 0.69375 0 0.0 0.0

 080141 12 13 0 0 2069.5 0.520146 1.15625 0 0.0 0.0

 080151 13 14 0 0 2069.5 0.520146 1.61875 0 0.0 0.0

 080161 14 15 0 0 2069.5 0.520146 2.08125 0 0.0 0.0

 080171 15 16 0 0 2069.5 0.520146 2.54375 0 0.0 0.0

 080181 16 17 0 0 2069.5 0.520146 3.00625 0 0.0 0.0

 080191 17 18 0 0 2069.5 0.520146 3.46875 0 0.0 0.0

 080201 18 19 0 0 2069.5 0.520146 3.7 0 8.14 8.95

 *

 080211 19 20 0 0 30.5 0.00192 4.7 0 1.88 3.87

 080221 20 21 0 0 30.5 0.00192 -4.95 0 0.0 0.0

 080231 21 22 0 0 30.5 0.00192 -2.27 0 3.87 22.0

 *

 080241 22 23 0 0 2069.5 0.21312 4.7 0 1.9 4.68

 080251 23 24 0 0 2069.5 0.21312 -4.95 0 0.0 0.0

 080261 24 25 0 0 2069.5 0.21312 -2.27 0 4.68 29.0

 *

 080271 26 27 0 0 30.5 0.00429 5.775 0 6.6 4.9

 080281 27 28 0 0 30.5 0.00429 6.775 0 0.0 0.0

 080291 28 29 0 0 30.5 0.00429 11.63 0 4.9 1.0

 *

 *

 * ENTRANS

 080012 2

 080022 3

 080032 3

 080042 3

 080052 3

 080062 3

 080072 3

 080082 3

 080092 3

 080102 1

 *

 080112 2

 080122 3

 080132 3

 080142 3

 080152 3

 080162 3

 080172 3

 080182 3

 080192 3

 080202 1

 *

 080212 0

 080222 0

 080232 0

 *

 080242 0

 080252 0

 080262 0

 *

 080272 0

 080282 0

 080292 0

 *

 080302 0

 080312 0

 080322 0

 *

 *

 * KINETICS CONSTANT CARD

 * POWER BLTA PRLLFE PRMLP1 LAMBDA TAU

 140000 1 4.57E-3 3.30E-4 1.0 0.0 0.0

 *

 * BLTA(1) BLTA(1)/BLTA LAMBDA(1)

 * 1 3.40E-4 0.074398 0.00103

 * 2 9.60E-4 0.210065 0.0311

 * 3 8.20E-4 0.179431 0.127

 * 4 1.63E-3 0.356674 0.334

 * 5 6.60E-4 0.144420 1.41

 * 6 1.60E-4 0.035011 3.68

```

*          TOTAL   4.57E-3   1.0
*
* SCRAM TABLE
*      NPT IDTRP (TIME * REACTIVITY)
141000 -11  2    0.00  0.0
141001           0.65  0.0
141002           1.18 -0.00342
141003           1.25 -0.00390
141004           1.63 -0.01153
141005           1.71 -0.01279
141006           2.09 -0.01942
141007           2.17 -0.02062
141008           2.62 -0.04212
141009           3.08 -0.06402
141010          1000.00 -0.06402
*
* INITIATED REACTIVITY
*      NPT IDTRP (TIME * REACTIVITY)
141100 -3   3    0.0  0.0
141101           10.0  0.006
141102          1000.0 0.006
*
* COMPENSATED REACTIVITY DUE TO VOID
*      NPT (VOID FRACTION * REACTIVITY)
142000 -6   0    0.0  0.0
142001           0.2  0.00203
142002           0.4  0.00362
142003           0.6  0.00498
142004           0.8  0.00709
142005           1.0  0.01563
*
* COMPENSATED REACTIVITY DUE TO DOPPLER EFFECT
*      NPT
143000 -5   0    0.0  0.0053630
143001           281.2 0.0
143002          300.0 -0.0003010
143003          600.0 -0.0044700
143004          900.0 -0.0080480
*
* COMPENSATED REACTIVITY DUE TO COOLANT EFFECT
*      NPT
145000 -8   0    0.0 -0.007493
145001           25.0 -0.006398
145002           50.0 -0.004511
145003          100.0 -0.000270
145004          119.6 0.0
145005          200.0 0.010190
145006          300.0 0.019510
145007          5000.0 0.019510
*
* REACTIVITY WEIGHTING FACTOR
*      VOIDWT    DOPWT     EXPWT     COOLWT
*
140010  0.000219  0.000219  0.0  0.000219
140020  0.001834  0.001834  0.0  0.001834
140030  0.002976  0.002976  0.0  0.002976
140040  0.003246  0.003246  0.0  0.003246
140050  0.001825  0.001825  0.0  0.001825
140060  0.001152  0.001152  0.0  0.001152
140070  0.000844  0.000844  0.0  0.000844
140080  0.000430  0.000430  0.0  0.000430
140090  0.000044  0.000044  0.0  0.000044
*
140100  0.000525  0.000525  0.0  0.000525
140110  0.004384  0.004384  0.0  0.004384
140120  0.007113  0.007113  0.0  0.007113
140130  0.007757  0.007757  0.0  0.007757
140140  0.004361  0.004361  0.0  0.004361
140150  0.002754  0.002754  0.0  0.002754
140160  0.002016  0.002016  0.0  0.002016
140170  0.001028  0.001028  0.0  0.001028
140180  0.000105  0.000105  0.0  0.000105
*
140190  0.017047  0.017047  0.0  0.017047
140200  0.101669  0.101669  0.0  0.101669
140210  0.163062  0.163062  0.0  0.163062
140220  0.184277  0.184277  0.0  0.184277
140230  0.156233  0.156233  0.0  0.156233

```

140240	0.146843	0.146843	0.0	0.146843		
140250	0.117173	0.117173	0.0	0.117173		
140260	0.062411	0.062411	0.0	0.062411		
140270	0.008672	0.008672	0.0	0.008672		
*						
*						
*	* HLAT SLAB DATA					
*	RV	GLEM	STACK	INC	RAREA	VOLS
150011	1	1	0	0	0.189615	0.00068735
150021	2	1	1	0	0.37923	0.0013747
150031	3	1	1	0	0.37923	0.0013747
150041	4	1	1	0	0.37923	0.0013747
150051	5	1	1	0	0.37923	0.0013747
150061	6	1	1	0	0.37923	0.0013747
150071	7	1	1	0	0.37923	0.0013747
150081	8	1	1	0	0.37923	0.0013747
150091	9	1	1	0	0.189615	0.00068735
*						
150101	1	1	0	0	0.189615	0.00068735
150111	2	1	1	0	0.37923	0.0013747
150121	3	1	1	0	0.37923	0.0013747
150131	4	1	1	0	0.37923	0.0013747
150141	5	1	1	0	0.37923	0.0013747
150151	6	1	1	0	0.37923	0.0013747
150161	7	1	1	0	0.37923	0.0013747
150171	8	1	1	0	0.37923	0.0013747
150181	9	1	1	0	0.189615	0.00068735
*						
150191	10	2	0	0	37.1657	0.152937
150201	11	2	1	0	74.3314	0.305874
150211	12	2	1	0	74.3314	0.305874
150221	13	2	1	0	74.3314	0.305874
150231	14	2	1	0	74.3314	0.305874
150241	15	2	1	0	74.3314	0.305874
150251	16	2	1	0	74.3314	0.305874
150261	17	2	1	0	74.3314	0.305874
150271	18	2	1	0	37.1657	0.152937
*						
*	DHIL	DHER	ZBOT	ZTOP		
150012	0	0	0.0	.23125		
150022	0	0	0.0	.4625		
150032	0	0	0.0	.4625		
150042	0	0	0.0	.4625		
150052	0	0	0.0	.4625		
150062	0	0	0.0	.4625		
150072	0	0	0.0	.4625		
150082	0	0	0.0	.4625		
150092	0	0	0.0	.23125		
*						
150102	0	0	0.0	.23125		
150112	0	0	0.0	.4625		
150122	0	0	0.0	.4625		
150132	0	0	0.0	.4625		
150142	0	0	0.0	.4625		
150152	0	0	0.0	.4625		
150162	0	0	0.0	.4625		
150172	0	0	0.0	.4625		
150182	0	0	0.0	.23125		
*						
150192	0	0	0.0	.23125		
150202	0	0	0.0	.4625		
150212	0	0	0.0	.4625		
150222	0	0	0.0	.4625		
150232	0	0	0.0	.4625		
150242	0	0	0.0	.4625		
150252	0	0	0.0	.4625		
150262	0	0	0.0	.4625		
150272	0	0	0.0	.23125		
*						
*						
*						
*	* CORE SLAB DATA CARD					
*	ISIB	IIOP	QFRAC	QPMOD		
160010	1	1	1.976795E-04	0.0048		
160020	2	1	8.080345E-04	0.0048		
160030	3	1	1.029314E-03	0.0048		
160040	4	1	1.074892E-03	0.0048		
160050	5	1	0.805940E-03	0.0048		
160060	6	1	0.640475E-03	0.0048		
160070	7	1	0.547992E-03	0.0048		

160080 8 1 0.391259E-03 0.0048
 160090 9 1 0.088294E-03 0.0048
 *
 160100 10 1 0.468673E-03 0.0048
 160110 11 1 1.931066E-03 0.0048
 160120 12 1 2.459886E-03 0.0048
 160130 13 1 2.5725446E-03 0.0048
 160140 14 1 1.9260601E-03 0.0048
 160150 15 1 1.530625E-03 0.0048
 160160 16 1 1.309608E-03 0.0048
 160170 17 1 0.9350111E-03 0.0048
 160180 18 1 0.2110661E-03 0.0048
 *
 160190 19 1 0.0337876 0.0048
 160200 20 1 0.1166494 0.0048
 160210 21 1 0.147783 0.0048
 160220 22 1 0.157104 0.0048
 160230 23 1 0.144656 0.0048
 160240 24 1 0.140734 0.0048
 160250 25 1 0.125278 0.0048
 160260 26 1 0.091479 0.0048
 160270 27 1 0.024099 0.0048
 *
 *
 *
 * SLAB GEOMETRY DATA CARD
 * IG (GAP) NR IM NDX X0 XR
 170101 2 3 1 10 0. 6.20E-3
 170102 1 2 1 0.15E-3
 170103 0 3 3 0.90E-3
 *
 170201 2 3 1 10 0. 7.20E-3
 170202 1 2 1 0.15E-3
 170203 0 3 3 0.88E-3
 *
 *
 * THERMAL CONDUCTIVITY
 * NPT (TEMP x CONDUCTIVITY)
 * FUEL T K T K T K
 180100 -18 0.0 8.172 200.0 5.464 400.0 4.114
 180101 500.0 3.668 600.0 3.315 700.0 3.031
 180102 800.0 2.799 900.0 2.609 1000.0 2.453
 180103 1200.0 2.220 1400.0 2.071 1600.0 1.988
 180104 1800.0 1.962 2000.0 1.987 2200.0 2.060
 180105 2400.0 2.179 2600.0 2.344 2800.0 2.555
 *
 * GAP CONDUCTANCE = 500.0 BTU/FT2-HR F
 * GAP T K T K
 * GAP DISTANCE 0.150E-3 M
 180200 -2 100.0 0.229793 1500.0 0.229793
 *
 * CLAD T K T K T K
 180300 -20 0.0 10.61 50.0 11.04 100.0 11.49
 180301 150.0 11.96 200.0 12.44 250.0 12.95
 180302 300.0 13.48 350.0 14.03 400.0 14.60
 180303 450.0 15.19 500.0 15.80 550.0 16.43
 180304 600.0 17.08 650.0 17.75 700.0 18.44
 180305 800.0 19.87 900.0 21.39 1000.0 22.98
 180306 1200.0 26.42 1500.0 32.17
 *
 * VOLUMETRIC HEAT CAPACITY
 *
 * FUEL T CP T CP T CP
 190100 -18 0.0 557.898 200.0 690.270 400.0 734.179
 190101 500.0 747.562 600.0 756.680 700.0 764.555
 190102 800.0 771.196 900.0 777.699 1000.0 782.972
 190103 1200.0 795.113 1400.0 813.470 1600.0 847.704
 190104 1800.0 903.248 2000.0 987.105 2200.0 1103.962
 190105 2400.0 1251.515 2600.0 1427.553 2800.0 1626.768
 *
 * GAP T CP T CP
 190200 -2 100.0 0.00120139 1500.0 0.00120139
 *
 * CLAD T CP T CP T CP
 190300 -20 0.0 438.85 50.0 445.40 100.0 465.05
 190301 150.0 478.15 200.0 491.25 250.0 497.80
 190302 300.0 510.90 350.0 517.45 400.0 524.00
 190303 450.0 530.55 500.0 537.10 550.0 543.65
 190304 600.0 550.20 650.0 563.30 700.0 569.85
 190305 800.0 582.95 900.0 569.85 1000.0 556.75

```

190306      1200.0   556.75   1500.0   556.75
*
*  LINEAR EXPANSION
*
*    T    EXP    T    EXP    T    EXP
200100  20    100.0  9.767D-06  200.0  9.924D-06  300.0  1.008D-05
200101    400.0  1.029D-05  500.0  1.040D-05  600.0  1.055D-05
200102    700.0  1.071D-05  800.0  1.087D-05  900.0  1.102D-05
200103   1000.0  1.118D-05 1100.0  1.134D-05 1200.0  1.149D-05
200104   1300.0  1.165D-05 1400.0  1.181D-05 1500.0  1.197D-05
200105   1600.0  1.212D-05 1700.0  1.228D-05 1800.0  1.244D-05
200106   1900.0  1.259D-05 2000.0  1.275D-05
*
*
*  RADIAL
200300  20    100.0  5.845D-06  200.0  6.015D-06  300.0  6.185D-06
200301    400.0  6.355D-06  500.0  6.525D-06  600.0  6.695D-06
200302    700.0  6.865D-06  800.0  7.035D-06  900.0  7.205D-06
200303   1000.0  7.375D-06 1100.0  7.545D-06 1200.0  7.715D-06
200304   1300.0  7.885D-06 1400.0  8.055D-06 1500.0  8.225D-06
200305   1600.0  8.395D-06 1700.0  8.565D-06 1800.0  8.735D-06
200306   1900.0  8.905D-06 2000.0  9.075D-06
*
*
*  RADIAL POWER DISTRIBUTION
220101  0.4318   0.4318   0.9392   0.9499   0.9631
220102  0.4783   0.9963   1.0170   1.0412   1.0708   1.1124
*
220201  0.0
*
220301  0.0   0.0   0.0
*
*
*      FENDS    CENDS     ROUGH
*      GAP DISTANCE 0.15E-3 / 1000.0
300000  0.7   0.7   0.15E-6
*
*  MATERIAL DENSITY
*      EDENS    CDENS
400000  10410.0  6550.0
*
*  IOPTH
500000  -1
*
*/
//GO.FT06F001 DD SYSOUT=*,DCB=BLKSIZE=140
//FT15F001 DD DSN=PA39A,STEAM,DATA,DISP=SHR
//FT16F001 DD UNIT=WORK,SPACE=(TRK,(10,10))
//FT04F001 DD UNIT=WORK,DSN=&FT04,DISP=(NEW,PASS),
//          DCU=(RECFM=VBS,LRECL=350,BLKSIZE=3504),
//          SPACE=(TRK,(200,100))
//FT07F001 DD DURNY
//FT190F001 DD DSN=&FT90,DISP=(NEW,PASS),
//          DCB=(RECFM=VBS,LRECL=350,BLKSIZE=3504),
//          UNIT=WORK,SPACE=(TRK,(20,10))
***** ****
***** INPUT DATA ****
***** 10% SCRAM , 1.9% POWER ****
***** ****
*****
*
*
2
*  IUGIN RA(61 ADK/S)  1.9% POWER  16% SCRAM
*
*  PROBLEM DIMENSION CARD
*      LDP NF NI NLR NV NIV NJ NC NF NSB NGM NMT
010001  2 9 3 4 32 2 32 0 0 27 2 3
*
*  PROBLEM CONSTANT CARD
*      POWER
010002  4.3911
*
*  EDEI VARIABLE CARD
*
020000  PD 0  IR 0  RV 0  RD 0  RW 0  RC 0  RH 0  TH 13  QH 13
*
*  TIME STEP CARD

```

	MIN	MAJ	DMP	NCHK	DELTM	DTMIN	TLAST	CPU
030010	2	50	2	0	0.010	0.010	2.0	580.0
030020	4	50	5	0	0.005	0.005	202.0	
030030	2	100	1	0	0.010	0.010	1000.0	
*								
* TRIP CONTROL CARD								
* IDTRP 10SIG IX1 IX2 SETPT DELAY								
040010	1	1	0	0	22.0	0.0	* END OF PROBLEM	
040020	2	2	0	0	8.42	0.0	* SCRAM(557MW*16Z*1/2CORE)	
040030	3	1	0	0	2.0	0.0	* KINETICS CALCULATION	
040040	4	1	0	0	0.0	0.0	* FILL(INLET FLOW)	
*								
* VOLUME DATA CARD								
* READ P(KG/CM ²) T(DEG-C) X V(M ³) ZXOL(M)								
*								
*** CH1 ***								
050011	0	6.60267315	151.162292	-1.00000000	0.001108	0.23125		
050021	0	6.55912020	151.489670	-1.00000000	0.002215	0.46250		
050031	0	6.50105659	151.906769	-1.00000000	0.002215	0.46250		
050041	0	6.44299789	152.342407	-1.00000000	0.002215	0.46250		
050051	0	6.38494734	152.669144	-1.00000000	0.002215	0.46250		
050061	0	6.32690113	152.928894	-1.00000000	0.002215	0.46250		
050071	0	6.26885683	153.151199	-1.00000000	0.002215	0.46250		
050081	0	6.21081383	153.310089	-1.00000000	0.002215	0.46250		
050091	0	6.16728132	153.346100	-1.00000000	0.001108	0.23125		
*** CH2 ***								
050101	0	6.33708988	151.142090	-1.00000000	0.120284	0.23125		
050111	0	6.30047265	151.347748	-1.00000000	0.240568	0.46250		
050121	0	6.25165603	151.608231	-1.00000000	0.240568	0.46250		
050131	0	6.20284576	151.885268	-1.00000000	0.240568	0.46250		
050141	0	6.15404239	152.140289	-1.00000000	0.240568	0.46250		
050151	0	6.10524528	152.387634	-1.00000000	0.240568	0.46250		
050161	0	6.05645390	152.608673	-1.00000000	0.240568	0.46250		
050171	0	6.00766722	152.770111	-1.00000000	0.240568	0.46250		
050181	0	5.97107324	152.812851	-1.00000000	0.120284	0.23125		
*** HEADER IN ***								
050191	1	7.71469759	151.070709	-1.00000000	2.700000	0.53180		
*** CH1 IN PURENAM ***								
050201	0	7.73677109	151.069946	-1.00000000	0.023616	9.65000		
050211	0	7.78405816	151.068314	-1.00000000	0.019200	2.68000		
050221	0	7.11718498	151.081802	-1.00000000	0.018750	2.27000		
*** CH2 IN PURENAM ***								
050231	0	6.87629199	151.081985	-1.00000000	2.621376	9.65000		
050241	0	7.08414508	151.081833	-1.00000000	2.131200	2.68000		
050251	0	6.65567437	151.082184	-1.00000000	2.091272	2.27000		
*** CH1 OUT PURENAM ***								
050261	0	5.95486950	153.347595	-1.00000000	0.010707	2.07500		
050271	0	5.65247695	153.351074	-1.00000000	0.021450	1.00000		
050281	0	5.35954792	153.358200	-1.00000000	0.039753	4.85500		
*** CH2 OUT PURENAM ***								
050291	0	5.80870920	152.814148	-1.00000000	1.188477	2.07500		
050301	0	5.58813304	152.816803	-1.00000000	2.380950	1.00000		
050311	0	5.31006430	152.823593	-1.00000000	4.357138	4.85500		
*** DURH ***								
050321	2	5.00000000	151.109985	0.00354257	37.000000	1.76500		
*								
*	AREA	EQDIA	ELEV					
050012	0.00479	0.00932	0.0					
050022	0.00479	0.00932	0.23125					
050032	0.00479	0.00932	0.69375					
050042	0.00479	0.00932	1.15625					
050052	0.00479	0.00932	1.61875					
050062	0.00479	0.00932	2.08125					
050072	0.00479	0.00932	2.54375					
050082	0.00479	0.00932	3.00625					
050092	0.00479	0.00932	3.46875					
*								
050102	0.520146	0.00971	0.0					
050112	0.520146	0.00971	0.23125					
050122	0.520146	0.00971	0.69375					
050132	0.520146	0.00971	1.15625					
050142	0.520146	0.00971	1.61875					
050152	0.520146	0.00971	2.08125					
050162	0.520146	0.00971	2.54375					
050172	0.520146	0.00971	3.00625					
050182	0.520146	0.00971	3.46875					
*								
050192	0.222	0.5381	4.7					
*								
050202	0.00192	0.0495	-4.95					

050212 0.00192 0.0495 4.95
 050222 0.00826 0.1026 7.27
 *
 050232 0.21312 0.0495 4.95
 050242 0.21312 0.0495 4.95
 050252 0.91686 0.1026 7.27
 *
 050262 0.00516 0.0811 3.7
 050272 0.00429 0.0739 5.775
 050282 0.00329 0.0739 6.775
 *
 050292 0.57276 0.0811 3.7
 050302 0.47619 0.0739 5.775
 050312 0.47619 0.0739 6.775
 *
 050322 0.937 1.705 11.63
 *
 *
 * TIME DEPENDENT VOLUME CARD
 * (CONSTANT CONDITION)
 * ISIN
 070100 0
 070200 0
 *
 *
 * JUNCTION DATA CARD
 * IN OUT FILL VALV FLOW AREA ELEV INERT FJUNF FJUNR
 080011 22 1 0 0 30.5 0.00479 0.0 0 22.00 5.90
 080021 1 2 0 0 30.5 0.00479 0.23125 0 0.0 0.0
 080031 2 3 0 0 30.5 0.00479 0.69375 0 0.0 0.0
 080041 3 4 0 0 30.5 0.00479 1.15625 0 0.0 0.0
 080051 4 5 0 0 30.5 0.00479 1.61875 0 0.0 0.0
 080061 5 6 0 0 30.5 0.00479 2.08125 0 0.0 0.0
 080071 6 7 0 0 30.5 0.00479 2.54375 0 0.0 0.0
 080081 7 8 0 0 30.5 0.00479 3.00625 0 0.0 0.0
 080091 8 9 0 0 30.5 0.00479 3.46875 0 0.0 0.0
 080101 9 26 0 0 30.5 0.00479 3.7 0 5.9 6.60
 *
 080111 25 10 0 0 2069.5 0.520146 0.0 0 29.00 8.14
 080121 10 11 0 0 2069.5 0.520146 0.23125 0 0.0 0.0
 080131 11 12 0 0 2069.5 0.520146 0.69375 0 0.0 0.0
 080141 12 13 0 0 2069.5 0.520146 1.15625 0 0.0 0.0
 080151 13 14 0 0 2069.5 0.520146 1.61875 0 0.0 0.0
 080161 14 15 0 0 2069.5 0.520146 2.08125 0 0.0 0.0
 080171 15 16 0 0 2069.5 0.520146 2.54375 0 0.0 0.0
 080181 16 17 0 0 2069.5 0.520146 3.00625 0 0.0 0.0
 080191 17 18 0 0 2069.5 0.520146 3.46875 0 0.0 0.0
 080201 18 29 0 0 2069.5 0.520146 3.7 0 8.14 8.95
 *
 080211 19 20 0 0 30.5 0.00192 4.7 0 1.88 3.87
 080221 20 21 0 0 30.5 0.00192 -4.95 0 0.0 0.0
 080231 21 22 0 0 30.5 0.00192 -2.27 0 3.87 22.0
 *
 080241 19 23 0 0 2069.5 0.21312 4.7 0 1.9 4.68
 080251 23 24 0 0 2069.5 0.21312 -4.95 0 0.0 0.0
 080261 24 25 0 0 2069.5 0.21312 -2.27 0 4.68 29.0
 *
 080271 26 27 0 0 30.5 0.00429 5.775 0 6.6 4.9
 080281 27 28 0 0 30.5 0.00429 6.775 0 0.0 0.0
 080291 28 32 0 0 30.5 0.00429 11.63 0 4.9 1.0
 *
 *
 * ENTRANS
 080012 2
 080022 3
 080032 3
 080042 3
 080052 3
 080062 3
 080072 3
 080082 3
 080092 3
 080102 1
 *
 080112 2
 080122 3

```

080132 3
080142 3
080152 3
080162 3
080172 3
080182 3
080192 3
080202 1
*
080212 0
080222 0
080232 0
*
080242 0
080252 0
080262 0
*
080272 0
080282 0
080292 0
*
080302 0
080312 0
080322 0
*
*
* KINETICS CONSTANT CARD
* POWER BETA  PRILIFE  PROMPT LAMBDA  TAU
140000 1 4.57E-3 3.30E-4 1.0 0.0 0.0
*
*          BETA(I)   BETA(I)/BETA  LAMBDA(I)
*          1 3.40E-4  0.074398  0.00103
*          2 9.60E-4  0.210065  0.0311
*          3 8.20E-4  0.179431  0.127
*          4 1.63E-3  0.356674  0.334
*          5 6.60E-4  0.144420  1.41
*          6 1.60E-4  0.035011  3.68
*          TOTAL 4.57E-3  1.0
*
* SCRAM TABLE
* NPT IDTRP ((TIME * REACTIVITY))
141000 -11 2 0.00 0.0
141001 0.65 0.0
141002 1.18 -0.00342
141003 1.25 -0.00390
141004 1.63 -0.01153
141005 1.71 -0.01279
141006 2.09 -0.01942
141007 2.17 -0.02062
141008 2.62 -0.04212
141009 3.08 -0.06402
141010 1000.00 -0.06402
*
* INITIATED REACTIVITY
* NPT IDTRP ((TIME * REACTIVITY))
141100 -3 3 0.0 0.0
141101 10.0 0.006
141102 1000.0 0.006
*
*
* COMPENSATED REACTIVITY DUE TO VOID
* NPT ((VOID FRACTION * REACTIVITY))
142000 -6 0.0 0.0
142001 0.2 0.00164
142002 0.4 0.00292
142003 0.6 0.00402
142004 0.8 0.00572
142005 1.0 0.01406
*
*
* COMPENSATED REACTIVITY DUE TO DOPPLER EFFECT
* NPT
143000 -5 0.0 0.0053630
143001 281.2 0.0
143002 300.0 -0.0003010
143003 600.0 -0.0044700
143004 900.0 -0.0080480
*
* COMPENSATED REACTIVITY DUE TO COOLANT EFFECT
* NPT

```

145000	-8	0.0	-0.009621	
145001		25.0	-0.008528	
145002		50.0	-0.006765	
145003		100.0	-0.002773	
145004		151.1	0.0	
145005		200.0	0.007180	
145006		300.0	0.016090	
145007		5000.0	0.016090	
*				
* REACTIVITY WEIGHTING FACTOR				
*	VUDEW	DUPWT	EXPWT	
*			COOLWT	
*				
140010	0.000219	0.000219	0.0	0.000219
140020	0.001834	0.001834	0.0	0.001834
140030	0.002976	0.002976	0.0	0.002976
140040	0.005246	0.003246	0.0	0.003246
140050	0.001825	0.001825	0.0	0.001825
140060	0.001152	0.001152	0.0	0.001152
140070	0.000844	0.000844	0.0	0.000844
140080	0.000430	0.000430	0.0	0.000430
140090	0.000044	0.000044	0.0	0.000044
*				
140100	0.000525	0.000525	0.0	0.000525
140110	0.004384	0.004384	0.0	0.004384
140120	0.007113	0.007113	0.0	0.007113
140130	0.007757	0.007757	0.0	0.007757
140140	0.004361	0.004361	0.0	0.004361
140150	0.002754	0.002754	0.0	0.002754
140160	0.002016	0.002016	0.0	0.002016
140170	0.001028	0.001028	0.0	0.001028
140180	0.000105	0.000105	0.0	0.000105
*				
140190	0.017047	0.017047	0.0	0.017047
140200	0.101669	0.101669	0.0	0.101669
140210	0.163062	0.163062	0.0	0.163062
140220	0.184277	0.184277	0.0	0.184277
140230	0.156233	0.156233	0.0	0.156233
140240	0.146843	0.146843	0.0	0.146843
140250	0.117173	0.117173	0.0	0.117173
140260	0.062411	0.062411	0.0	0.062411
140270	0.008672	0.008672	0.0	0.008672
*				
*				
* HEAT SLAB DATA				
*	RV GEOM STACK INC RAREA VOLS			
150011	1 1 0 0	0.189615	0.00068735	
150021	2 1 1 0	0.37923	0.0013747	
150031	3 1 1 0	0.37923	0.0013747	
150041	4 1 1 0	0.37923	0.0013747	
150051	5 1 1 0	0.37923	0.0013747	
150061	6 1 1 0	0.37923	0.0013747	
150071	7 1 1 0	0.37923	0.0013747	
150081	8 1 1 0	0.37923	0.0013747	
150091	9 1 1 0	0.189615	0.00068735	
*				
150101	1 1 0 0	0.189615	0.00068735	
150111	2 1 1 0	0.37923	0.0013747	
150121	3 1 1 0	0.37923	0.0013747	
150131	4 1 1 0	0.37923	0.0013747	
150141	5 1 1 0	0.37923	0.0013747	
150151	6 1 1 0	0.37923	0.0013747	
150161	7 1 1 0	0.37923	0.0013747	
150171	8 1 1 0	0.37923	0.0013747	
150181	9 1 1 0	0.189615	0.00068735	
*				
150191	10 2 0 0	37.1657	0.152937	
150201	11 2 1 0	74.3314	0.305874	
150211	12 2 1 0	74.3314	0.305874	
150221	13 2 1 0	74.3314	0.305874	
150231	14 2 1 0	74.3314	0.305874	
150241	15 2 1 0	74.3314	0.305874	
150251	16 2 1 0	74.3314	0.305874	
150261	17 2 1 0	74.3314	0.305874	
150271	18 2 1 0	37.1657	0.152937	
*				
*	DHEL DHIER ZBOT	ZTOP		
150012	0 0 0.0	.23125		
150022	0 0 0.0	.4625		
150032	0 0 0.0	.4625		
150042	0 0 0.0	.4625		

150052 0 0 0.0 .4625
 150062 0 0 0.0 .4625
 150072 0 0 0.0 .4625
 150082 0 0 0.0 .4625
 150092 0 0 0.0 .23125
 *
 150102 0 0 0.0 .23125
 150112 0 0 0.0 .4625
 150122 0 0 0.0 .4625
 150132 0 0 0.0 .4625
 150142 0 0 0.0 .4625
 150152 0 0 0.0 .4625
 150162 0 0 0.0 .4625
 150172 0 0 0.0 .4625
 150182 0 0 0.0 .23125
 *
 150192 0 0 0.0 .23125
 150202 0 0 0.0 .4625
 150212 0 0 0.0 .4625
 150222 0 0 0.0 .4625
 150232 0 0 0.0 .4625
 150242 0 0 0.0 .4625
 150252 0 0 0.0 .4625
 150262 0 0 0.0 .4625
 150272 0 0 0.0 .23125
 *
 *
 *
 * CORE SLAB DATA CARD
 * ISLB ITOP QFRAC QPMOD
 160010 1 1 1.976795E-04 0.0048
 160020 2 1 8.080345E-04 0.0048
 160030 3 1 1.029314E-03 0.0048
 160040 4 1 1.074892E-03 0.0048
 160050 5 1 0.805940E-03 0.0048
 160060 6 1 0.640475E-03 0.0048
 160070 7 1 0.547992E-03 0.0048
 160080 8 1 0.391259E-03 0.0048
 160090 9 1 0.088294E-03 0.0048
 *
 160100 10 1 0.468673E-03 0.0048
 160110 11 1 1.931066E-03 0.0048
 160120 12 1 2.459886E-03 0.0048
 160130 13 1 2.5725446E-03 0.0048
 160140 14 1 1.926060E-03 0.0048
 160150 15 1 1.530625E-03 0.0048
 160160 16 1 1.309608E-03 0.0048
 160170 17 1 0.935041E-03 0.0048
 160180 18 1 0.211006E-03 0.0048
 *
 160190 19 1 0.0337876 0.0048
 160200 20 1 0.116694 0.0048
 160210 21 1 0.147733 0.0048
 160220 22 1 0.157104 0.0048
 160230 23 1 0.144656 0.0048
 160240 24 1 0.140241 0.0048
 160250 25 1 0.125278 0.0048
 160260 26 1 0.091429 0.0048
 160270 27 1 0.024099 0.0048
 *
 *
 *
 * SLAB GEOMETRY DATA CARD
 * 1G (GAP) MR IN HDX XO XR
 170101 2 3 1 10 0. 6.20E-3
 170102 1 2 1 0. 0.15E-3
 170103 0 3 3 0. 0.90E-3
 *
 170201 2 3 1 10 0. 7.20E-3
 170202 1 2 1 0. 0.15E-3
 170203 0 3 3 0. 0.88E-3
 *
 *
 * THERMAL CONDUCTIVITY
 * NPT (TEMP * CONDUCTIVITY)
 * FUEL T K T K T K
 180100 -18 0.0 8.172 200.0 5.464 400.0 4.114
 180101 500.0 3.668 600.0 3.315 700.0 3.031
 180102 800.0 2.799 900.0 2.609 1000.0 2.453
 180103 1200.0 2.220 1400.0 2.071 1600.0 1.988

180104 1800.0 1.962 2000.0 1.987 2200.0 2.060
 180105 2400.0 2.179 2600.0 2.344 2800.0 2.555
 *
 * GAP CONDUCTANCE = 500.0 BTU/FT²-HR·F
 * GAP T K T K
 * GAP DISTANCE 0.150E-3 M
 180200 -2 100.0 0.229793 1500.0 0.229793
 *
 * CLAD T K T K T K
 180300 -20 0.0 10.61 50.0 11.04 100.0 11.49
 180301 150.0 11.96 200.0 12.44 250.0 12.95
 180302 300.0 13.48 350.0 14.03 400.0 14.60
 180303 450.0 15.19 500.0 15.80 550.0 16.43
 180304 600.0 17.08 650.0 17.75 700.0 18.44
 180305 800.0 19.87 900.0 21.39 1000.0 22.98
 180306 1200.0 26.42 1500.0 32.17
 *
 * VOLUMETRIC HEAT CAPACITY
 *
 * FUEL T CP T CP T CP
 190100 -18 0.0 557.898 200.0 690.270 400.0 734.179
 190101 500.0 747.562 600.0 756.680 700.0 764.555
 190102 800.0 771.196 900.0 777.699 1000.0 782.972
 190103 1200.0 795.113 1400.0 813.470 1600.0 847.704
 190104 1800.0 903.248 2000.0 987.105 2200.0 1103.962
 190105 2400.0 1251.515 2600.0 1427.553 2800.0 1626.768
 *
 * GAP T CP T CP
 190200 -2 100.0 0.00120139 1500.0 0.00120139
 *
 * CLAD T CP T CP T CP
 190300 -20 0.0 438.85 50.0 445.40 100.0 465.05
 190301 150.0 478.15 200.0 491.25 250.0 497.80
 190302 300.0 510.90 350.0 517.45 400.0 524.00
 190303 450.0 530.55 500.0 537.10 550.0 543.65
 190304 600.0 550.20 650.0 563.30 700.0 569.85
 190305 800.0 582.95 900.0 569.85 1000.0 556.75
 190306 1200.0 556.75 1500.0 556.75
 *
 * LINEAR EXPANSION
 *
 * FUEL T EXP T EXP T EXP
 200100 -20 100.0 9.7670-06 200.0 9.9240-06 300.0 1.0080-05
 200101 400.0 1.0240-05 500.0 1.0400-05 600.0 1.0550-05
 200102 700.0 1.0710-05 800.0 1.0870-05 900.0 1.1020-05
 200103 1000.0 1.1180-05 1100.0 1.1340-05 1200.0 1.1490-05
 200104 1300.0 1.1650-05 1400.0 1.1810-05 1500.0 1.1970-05
 200105 1600.0 1.2120-05 1700.0 1.2280-05 1800.0 1.2440-05
 200106 1900.0 1.2590-05 2000.0 1.2750-05
 *
 *
 * CLAD
 200300 -20 100.0 5.8450-06 200.0 6.0150-06 300.0 6.1850-06
 200301 400.0 6.3550-06 500.0 6.5250-06 600.0 6.6950-06
 200302 700.0 6.8650-06 800.0 7.0350-06 900.0 7.2050-06
 200303 1000.0 7.3750-06 1100.0 7.5450-06 1200.0 7.7150-06
 200304 1300.0 7.8850-06 1400.0 8.0550-06 1500.0 8.2250-06
 200305 1600.0 8.3950-06 1700.0 8.5650-06 1800.0 8.7350-06
 200306 1900.0 8.9050-06 2000.0 9.0750-06
 *
 *
 * RADIAL POWER DISTRIBUTION
 220101 0.9318 0.9318 0.9392 0.9499 0.9631
 220102 0.9783 0.9963 1.0170 1.0412 1.0708 1.1124
 *
 220201 0.0
 *
 220301 0.0 0.0 0.0
 *
 * FINIS CEMIS ROUGH
 * GAP DISTANCE 0.15E-3 / 1000.0
 500000 0.7 0.7 0.15E-6
 *
 * MATERIAL DENSITY
 * IDENS CDENS
 400000 10410.0 6550.0
 *
 * IOPTR
 500000 -2

```

*
*****
*****      INPUT DATA      *****
***** 16% SCRAM , 2.4% POWER  *****
*****      *****
*****
*
*
2
=FUGEN RA(6E-4OK/S) 2.4% POWER 16% SCRAM
*
* PROBLEM DIMENSION CARD
* LDP NE NT NTR NV NIV NJ NC NF NSB NGM NMT
010001 -2 9 3 4 32 2 32 0 0 27 2 3
*
* PROBLEM CONSTANT CARD
* POWER
010002 5.599
*
* EDIT VARIABLE CARD
*
020000 PO 0 TR 0 RV 0 RD 0 RW 0 RC 0 RH 0 TH 13 QH 13
*
* TIME STEP CARD
*      MIN MAJ DMP NCHK DELIN DTMIN TLAST CPU
030010 2 50 2 0 0.010 0.010 2.0 580.0
030020 4 50 5 0 0.005 0.005 202.0
030030 2 100 1 0 0.010 0.010 1000.0
*
* TRIP CONTROL CARD
*      IDIRP IDSIG IX1 IX2 SETPT DELAY
040010 1 1 0 0 22.0 0.0 * END OF PROBLEM
040020 2 2 0 0 6.67 0.0 * SCRAM(S57MW*16X*1/2CORE)
040030 3 1 0 0 2.0 0.0 * KINETICS CALCULATION
040040 4 1 0 0 0.0 0.0 * FILL(INLET FLOW)
*
* VOLUME DATA CARD
*      READ P(KG/CM2) T(DEG-C) X          V(H=3)  ZXOL(M)
*
*** CH1 ***
050011 0 11.58996461 178.051590 -1.00000000 0.001108 0.23125
050021 0 11.54731605 178.463623 -1.00000000 0.002215 0.46250
050031 0 11.49046418 178.988663 -1.00000000 0.002215 0.46250
050041 0 11.43362388 179.537033 -1.00000000 0.002215 0.46250
050051 0 11.37680065 179.948639 -1.00000000 0.002215 0.46250
050061 0 11.31998903 180.276108 -1.00000000 0.002215 0.46250
050071 0 11.26318501 180.556595 -1.00000000 0.002215 0.46250
050081 0 11.20638813 180.757355 -1.00000000 0.002215 0.46250
050091 0 11.16379382 180.803452 -1.00000000 0.001108 0.23125
*** CH2 ***
050101 0 11.32921688 178.030228 -1.00000000 0.120284 0.23125
050111 0 11.29353435 178.289291 -1.00000000 0.240568 0.46250
050121 0 11.24596748 178.617477 -1.00000000 0.240568 0.46250
050131 0 11.19841322 178.966431 -1.00000000 0.240568 0.46250
050141 0 11.15087231 179.287933 -1.00000000 0.240568 0.46250
050151 0 11.10334373 179.599747 -1.00000000 0.240568 0.46250
050161 0 11.05582704 179.878510 -1.00000000 0.240568 0.46250
050171 0 11.00832070 180.082397 -1.00000000 0.240568 0.46250
050181 0 10.97269568 180.136810 -1.00000000 0.120284 0.23125
*** HEADER IN ***
050191 1 12.74899915 177.959991 -1.00000000 2.700000 0.53180
*** CH1 IN PURENAM ***
050201 0 12.74760848 177.959991 -1.00000000 0.023616 9.65000
050211 0 12.78368576 177.959991 -1.00000000 0.019200 2.68000
050221 0 12.11301566 177.943756 -1.00000000 0.018750 2.27000
*** CH2 IN PURENAM ***
050231 0 11.88000245 177.946762 -1.00000000 2.621376 9.65000
050241 0 12.07744455 177.944199 -1.00000000 2.131200 2.68000
050251 0 11.65053214 177.950073 -1.00000000 2.091272 2.27000
*** CH1 OUT PURENAM ***
050261 0 10.95140226 180.809570 -1.00000000 0.010707 2.07500
050271 0 10.64849089 180.819839 -1.00000000 0.021450 1.00000
050281 0 10.37340939 180.517197 0.00068481 0.039253 4.85500
*** CH2 OUT PURENAM ***
050291 0 10.81181378 180.141632 -1.00000000 1.188477 2.07500
050301 0 10.59313618 180.149033 -1.00000000 2.380950 1.00000
050311 0 10.32314471 180.159927 -1.00000000 4.357138 4.85500
*** DURN ***

```

050321 2 10.00000000 179.039978 0.00247997 37.000000 1.76500
 *
 * AREA EDDIA ELEV
 050012 0.00479 0.00932 0.0
 050022 0.00479 0.00932 0.23125
 050032 0.00479 0.00932 0.69375
 050042 0.00479 0.00932 1.15625
 050052 0.00479 0.00932 1.61875
 050062 0.00479 0.00932 2.08125
 050072 0.00479 0.00932 2.54375
 050082 0.00479 0.00932 3.00625
 050092 0.00479 0.00932 3.46875
 *
 050102 0.520146 0.00971 0.0
 050112 0.520146 0.00971 0.23125
 050122 0.520146 0.00971 0.69375
 050132 0.520146 0.00971 1.15625
 050142 0.520146 0.00971 1.61875
 050152 0.520146 0.00971 2.08125
 050162 0.520146 0.00971 2.54375
 050172 0.520146 0.00971 3.00625
 050182 0.520146 0.00971 3.46875
 *
 050192 0.222 0.5381 4.7
 *
 050202 0.00192 0.0495 -4.95
 050212 0.00192 0.0495 -4.95
 050222 0.00826 0.1026 -2.27
 *
 050232 0.21312 0.0495 -4.95
 050242 0.21312 0.0495 -4.95
 050252 0.91686 0.1026 -2.27
 *
 050262 0.00516 0.0811 3.7
 050272 0.00429 0.0739 5.775
 050282 0.00429 0.0739 6.775
 *
 050292 0.57276 0.0811 3.7
 050302 0.47619 0.0739 5.775
 050312 0.47619 0.0739 6.775
 *
 050322 2.447 1.765 11.63
 *
 *
 * TIME DEPENDENT VOLUME CARD
 * (CONSTANT CONDITION)
 * TRIN
 070100 0
 070200 0
 *
 *
 * JUNCTION DATA CARD
 * IN OUT FILL VALV FLOW AREA ELEV INERT FJUNF FJUNR
 080011 22 1 0 0 30.5 0.00479 0.0 0 22.00 5.90
 080021 1 2 0 0 30.5 0.00479 0.23125 0 0.0 0.0
 080031 2 3 0 0 30.5 0.00479 0.69375 0 0.0 0.0
 080041 3 4 0 0 30.5 0.00479 1.15625 0 0.0 0.0
 080051 4 5 0 0 30.5 0.00479 1.61875 0 0.0 0.0
 080061 5 6 0 0 30.5 0.00479 2.08125 0 0.0 0.0
 080071 6 7 0 0 30.5 0.00479 2.54375 0 0.0 0.0
 080081 7 8 0 0 30.5 0.00479 3.00625 0 0.0 0.0
 080091 8 9 0 0 30.5 0.00479 3.46875 0 0.0 0.0
 080101 9 26 0 0 30.5 0.00479 3.7 0 5.9 6.60
 *
 080111 25 10 0 0 2069.5 0.520146 0.0 0 29.00 8.14
 080121 10 11 0 0 2069.5 0.520146 0.23125 0 0.0 0.0
 080131 11 12 0 0 2069.5 0.520146 0.69375 0 0.0 0.0
 080141 12 13 0 0 2069.5 0.520146 1.15625 0 0.0 0.0
 080151 13 14 0 0 2069.5 0.520146 1.61875 0 0.0 0.0
 080161 14 15 0 0 2069.5 0.520146 2.08125 0 0.0 0.0
 080171 15 16 0 0 2069.5 0.520146 2.54375 0 0.0 0.0
 080181 16 17 0 0 2069.5 0.520146 3.00625 0 0.0 0.0
 080191 17 18 0 0 2069.5 0.520146 3.46875 0 0.0 0.0
 080201 18 29 0 0 2069.5 0.520146 3.7 0 8.14 8.95
 *
 080211 19 20 0 0 30.5 0.00192 4.7 0 1.88 3.87
 080221 20 21 0 0 30.5 0.00192 -4.95 0 0.0 0.0
 080231 21 22 0 0 30.5 0.00192 -2.27 0 3.87 22.0
 *
 080241 19 23 0 0 2069.5 0.21312 4.7 0 1.9 4.68

	23	24	0	0	2069.5	0.21312	4.95	0	0.0	0.0
080261	24	25	0	0	2069.5	0.21312	2.27	0	4.68	29.0
*										
080271	26	27	0	0	30.5	0.00429	5.775	0	6.6	4.9
080281	27	28	0	0	30.5	0.00429	6.775	0	0.0	0.0
080291	28	32	0	0	30.5	0.00429	11.63	0	4.9	1.0
*										
080301	29	30	0	0	2069.5	0.47619	5.775	0	8.95	6.55
080311	30	31	0	0	2069.5	0.47619	6.775	0	0.0	0.0
080321	31	32	0	0	2069.5	0.47619	11.63	0	6.55	1.5
*										
*										
*	TRANS									
080012	2									
080022	3									
080032	3									
080042	3									
080052	3									
080062	3									
080072	3									
080082	3									
080092	3									
080102	1									
*										
080112	2									
080122	3									
080132	3									
080142	3									
080152	3									
080162	3									
080172	3									
080182	3									
080192	3									
080202	1									
*										
080212	0									
080222	0									
080232	0									
*										
080242	0									
080252	0									
080262	0									
*										
080272	0									
080282	0									
080292	0									
*										
080302	0									
080312	0									
080322	0									
*										
*										
*	KINETICS CONSTANT CARD									
*	POWER	BETA	PRLIFE	PROMPT	LAMBDA	TAU				
140000	1	4.57E-3	3.30E-4	1.0	0.0	0.0				
*										
*		BETA(I)		BETA(I)/BETA		LAMBDA(I)				
*		1	3.40E-4	0.074398		0.00103				
*		2	9.60E-4	0.210065		0.0311				
*		3	8.20E-4	0.179431		0.127				
*		4	1.63E-3	0.356674		0.334				
*		5	6.60E-4	0.144420		1.41				
*		6	1.60E-4	0.035011		5.68				
*		TOTAL	4.57E-3	1.0						
*										
*	SLRAM TABLE									
*	NPI IDTRP (FINE * REACTIVITY)									
141000	11	2	0.00	0.0						
141001			0.65	0.0						
141002			1.18	-0.00342						
141003			1.25	-0.00390						
141004			1.63	-0.01153						
141005			1.71	-0.01279						
141006			2.09	-0.01942						
141007			2.17	-0.02062						
141008			2.62	-0.04212						
141009			3.08	-0.06402						
141010			1000.00	-0.06402						
*										

* INITIATED REACTIVITY
 * NPT (TINTP (TIME * REACTIVITY))
 141100 3 3 0.0 0.0
 141101 10.0 0.006
 141102 1000.0 0.006
 *
 *
 * COMPENSATED REACTIVITY DUE TO VOID
 * NPT (VOID FRACTION * REACTIVITY)
 142000 6 0.0 0.0
 142001 0.7 0.00130
 142002 0.4 0.00233
 142003 0.6 0.00320
 142004 0.8 0.00445
 142005 1.0 0.00577
 *
 *
 * COMPENSATED REACTIVITY DUE TO DOPPLER EFFECT
 * NPT
 143000 5 0.0 0.0053630
 143001 281.7 0.0
 143002 300.0 0.0003010
 143003 600.0 0.0004700
 143004 900.0 -0.0080480
 *
 * COMPENSATED REACTIVITY DUE TO COOLANT EFFECT
 * NPT
 145000 -8 0.0 -0.011440
 145001 25.0 -0.010350
 145002 50.0 -0.008690
 145003 100.0 -0.009911
 145004 178.0 0.0
 145005 200.0 0.004620
 145006 300.0 0.013170
 145007 5000.0 0.013170
 *
 * REACTIVITY WEIGHTING FACTOR
 * VOIDWT DOPWT EXPWT COOLWT
 *
 140010 0.000219 0.000219 0.0 0.000219
 140020 0.001834 0.001834 0.0 0.001834
 140030 0.002976 0.002976 0.0 0.002976
 140040 0.003246 0.003246 0.0 0.003246
 140050 0.001825 0.001825 0.0 0.001825
 140060 0.001152 0.001152 0.0 0.001152
 140070 0.000844 0.000844 0.0 0.000844
 140080 0.000430 0.000430 0.0 0.000430
 140090 0.000044 0.000044 0.0 0.000044
 *
 140100 0.000525 0.000525 0.0 0.000525
 140110 0.004384 0.004384 0.0 0.004384
 140120 0.007113 0.007113 0.0 0.007113
 140130 0.007757 0.007757 0.0 0.007757
 140140 0.004361 0.004361 0.0 0.004361
 140150 0.002754 0.002754 0.0 0.002754
 140160 0.002016 0.002016 0.0 0.002016
 140170 0.001028 0.001028 0.0 0.001028
 140180 0.000105 0.000105 0.0 0.000105
 *
 140190 0.017047 0.017047 0.0 0.017047
 140200 0.101669 0.101669 0.0 0.101669
 140210 0.163062 0.163062 0.0 0.163062
 140220 0.184277 0.184277 0.0 0.184277
 140230 0.156733 0.156733 0.0 0.156733
 140240 0.146843 0.146843 0.0 0.146843
 140250 0.111713 0.111713 0.0 0.111713
 140260 0.062411 0.062411 0.0 0.062411
 140270 0.008672 0.008672 0.0 0.008672
 *
 *
 * BHAT SLAB DATA
 * RV GDN SLACK INC RAREA VOLN
 150011 1 1 0 0 0.189615 0.00068735
 150021 2 1 1 0 0.37923 0.0013747
 150031 3 1 1 0 0.37923 0.0013747
 150041 4 1 1 0 0.37923 0.0013747
 150051 5 1 1 0 0.37923 0.0013747
 150061 6 1 1 0 0.37923 0.0013747
 150071 7 1 1 0 0.37923 0.0013747
 150081 8 1 1 0 0.37923 0.0013747

```

150091 9 1 1 0 0.189615 0.00068735
*
150101 1 1 0 0 0.189615 0.00068735
150111 2 1 1 0 0.37923 0.0013747
150121 3 1 1 0 0.37923 0.0013747
150131 4 1 1 0 0.37923 0.0013747
150141 5 1 1 0 0.37923 0.0013747
150151 6 1 1 0 0.37923 0.0013747
150161 7 1 1 0 0.37923 0.0013747
150171 8 1 1 0 0.37923 0.0013747
150181 9 1 1 0 0.189615 0.00068735
*
150191 10 2 0 0 37.1657 0.152937
150201 11 2 1 0 74.3314 0.305874
150211 12 2 1 0 74.3314 0.305874
150221 13 2 1 0 74.3314 0.305874
150231 14 2 1 0 74.3314 0.305874
150241 15 2 1 0 74.3314 0.305874
150251 16 2 1 0 74.3314 0.305874
150261 17 2 1 0 74.3314 0.305874
150271 18 2 1 0 37.1657 0.152937
*
* DIEL DHER ZBOT ZTOP
150012 0 0 0.0 .23125
150022 0 0 0.0 .4625
150032 0 0 0.0 .4625
150042 0 0 0.0 .4625
150052 0 0 0.0 .4625
150062 0 0 0.0 .4625
150072 0 0 0.0 .4625
150082 0 0 0.0 .4625
150092 0 0 0.0 .23125
*
150102 0 0 0.0 .23125
150112 0 0 0.0 .4625
150122 0 0 0.0 .4625
150132 0 0 0.0 .4625
150142 0 0 0.0 .4625
150152 0 0 0.0 .4625
150162 0 0 0.0 .4625
150172 0 0 0.0 .4625
150182 0 0 0.0 .23125
*
150192 0 0 0.0 .23125
150202 0 0 0.0 .4625
150212 0 0 0.0 .4625
150222 0 0 0.0 .4625
150232 0 0 0.0 .4625
150242 0 0 0.0 .4625
150252 0 0 0.0 .4625
150262 0 0 0.0 .4625
150272 0 0 0.0 .23125
*
*
*
* CORE SLAB DATA CARD
* ISLB ITOP QFRAC QPMOD
160010 1 1 1.976795E-04 0.0048
160020 2 1 8.080345E-04 0.0048
160030 3 1 1.029314E-03 0.0048
160040 4 1 1.074892E-03 0.0048
160050 5 1 0.805940E-03 0.0048
160060 6 1 0.640475E-03 0.0048
160070 7 1 0.547992E-03 0.0048
160080 8 1 0.391259E-03 0.0048
160090 9 1 0.088294E-03 0.0048
*
160100 10 1 0.468673E-03 0.0048
160110 11 1 1.931066E-03 0.0048
160120 12 1 2.459886E-03 0.0048
160130 13 1 2.5725446E-03 0.0048
160140 14 1 1.926060E-03 0.0048
160150 15 1 1.530625E-03 0.0048
160160 16 1 1.309608E-03 0.0048
160170 17 1 0.935041E-03 0.0048
160180 18 1 0.211006E-03 0.0048
*
160190 19 1 0.0337876 0.0048
160200 20 1 0.116694 0.0048
160210 21 1 0.147783 0.0048

```

160220 22 1 0.157104 0.0048
 160230 23 1 0.144656 0.0048
 160240 24 1 0.140241 0.0048
 160250 25 1 0.125278 0.0048
 160260 26 1 0.091429 0.0048
 160270 27 1 0.024099 0.0048
 *
 *
 *
 * SLAB GEOMETRY DATA CARD
 * TG (GAP) NR TM NDX X0 XR
 170101 2 3 1 10 0. 6.20E 3
 170102 1 2 1 0.15E 3
 170103 0 3 3 0.90E 3
 *
 170201 2 3 1 10 0. 7.20E 3
 170202 1 2 1 0.15E 3
 170203 0 3 3 0.88E 3
 *
 *
 * THERMAL CONDUCTIVITY
 * NPT (TEMP * CONDUCTIVITY)
 * FUEL T K T K T K
 180100 -18 0.0 8.1/2 200.0 5.464 400.0 4.114
 180101 500.0 3.668 600.0 3.315 700.0 3.031
 180102 800.0 2.799 900.0 2.609 1000.0 2.453
 180103 1200.0 2.220 1400.0 2.071 1600.0 1.988
 180104 1800.0 1.962 2000.0 1.987 2200.0 2.060
 180105 2400.0 2.179 2600.0 2.344 2800.0 2.555
 *
 * GAP CONDUCTANCE = 500.0 BTU/FT2 HR-F
 * GAP T K T K
 * GAP DISTANCE 0.150E-3 M
 180200 -2 100.0 0.229793 1500.0 0.229793
 *
 * CLAD T K T K T K
 180300 -20 0.0 10.61 50.0 11.04 100.0 11.49
 180301 150.0 11.96 200.0 12.44 250.0 12.95
 180302 300.0 13.48 350.0 14.03 400.0 14.60
 180303 450.0 15.19 500.0 15.80 550.0 16.43
 180304 600.0 17.08 650.0 17.75 700.0 18.44
 180305 800.0 19.87 900.0 21.39 1000.0 22.98
 180306 1200.0 26.42 1500.0 32.17
 *
 * VOLUMETRIC HEAT CAPACITY
 *
 * FUEL T CP T CP T CP
 190100 -18 0.0 557.898 200.0 690.270 400.0 734.179
 190101 500.0 747.562 600.0 756.680 700.0 764.555
 190102 800.0 771.196 900.0 777.699 1000.0 782.972
 190103 1200.0 795.113 1400.0 813.470 1600.0 847.704
 190104 1800.0 903.248 2000.0 987.105 2200.0 1103.962
 190105 2400.0 1251.515 2600.0 1427.553 2800.0 1626.768
 *
 * GAP T CP T CP
 190200 -2 100.0 0.00120139 1500.0 0.00120139
 *
 * CLAD T CP T CP T CP
 190300 -20 0.0 438.85 50.0 445.40 100.0 465.05
 190301 150.0 478.15 200.0 491.25 250.0 497.80
 190302 300.0 510.90 350.0 517.45 400.0 524.00
 190303 450.0 530.55 500.0 537.10 550.0 543.65
 190304 600.0 550.20 650.0 563.30 700.0 569.85
 190305 800.0 582.95 900.0 569.85 1000.0 556.75
 190306 1200.0 556.75 1500.0 556.75
 *
 * LINEAR EXPANSION
 *
 * FUEL T EXP T EXP T EXP
 200100 -20 100.0 9.767D-06 200.0 9.924D-06 300.0 1.008D-05
 200101 400.0 1.024D-05 500.0 1.040D-05 600.0 1.055D-05
 200102 700.0 1.071D-05 800.0 1.087D-05 900.0 1.102D-05
 200103 1000.0 1.118D-05 1100.0 1.134D-05 1200.0 1.149D-05
 200104 1300.0 1.165D-05 1400.0 1.181D-05 1500.0 1.197D-05
 200105 1600.0 1.212D-05 1700.0 1.228D-05 1800.0 1.244D-05
 200106 1900.0 1.259D-05 2000.0 1.275D-05
 *
 *
 * CLAD
 200300 -20 100.0 5.845D-06 200.0 6.015D-06 300.0 6.185D-06

```

200301      400.0  6.355D-06  500.0  6.525D-06  600.0  6.695D-06
200302      700.0  6.865D-06  800.0  7.035D-06  900.0  7.205D-06
200303     1000.0  7.375D-06 1100.0  7.545D-06 1200.0  7.715D-06
200304     1300.0  7.885D-06 1400.0  8.055D-06 1500.0  8.225D-06
200305     1600.0  8.395D-06 1700.0  8.565D-06 1800.0  8.735D-06
200306     1900.0  8.905D-06 2000.0  9.075D-06
*
*
*   RADIAL POWER DISTRIBUTION
220101  0.9318    0.9318    0.9392    0.9499    0.9631
220102  0.9783    0.9963    1.0170    1.0412    1.0708    1.1124
*
220201  0.0
*
220301  0.0    0.0    0.0
*
*
*   FEMIS   CEMIS    ROUGH
*                               GAP DISTANCE 0.15E-3 / 1000.0
300000  0.7    0.7    0.15E-6
*
*   MATERIAL DENSITY
*   FDENS   CDENS
400000  10410.0  6550.0
*
*   IOPTH
500000 -3
*
*
***** *****
***** INPUT DATA *****
***** 16% SCRAM , 3.6% POWER *****
***** *****
***** *****
*
*
2
= FUGEN RA(6E-4DK/S) 3.6% POWER 16% SCRAM
*
*   PROBLEM DIMENSION CARD
*   LDP HE HT HTR HV HTV NJ NC NF NSB RGM HHT
010001 -2 9 3 4 32 2 32 0 0 27 2 3
*
*   PROBLEM CONSTANT CARD
*   POWER
010002  8.625
*
*   EDIT VARIABLE CARD
*
020000  P0 0 TR 0 RV 0 RD 0 RW 0 RC 0 RH 0 TH 13 QH 13
*
*   TIME STEP CARD
*   HIN HAJ DHP NCHK DELTH DTWTH TLAST CPU
030010  2 50 2 0 0.010 0.010 2.0 580.0
030020  4 50 5 0 0.005 0.005 202.0
030030  2 100 1 0 0.010 0.010 1000.0
*
*   TRIP CONTROL CARD
*   IDTRP IDSIG IX1 IX2 SETPT  DELAY
040010  1 1 0 0 22.0 0.0 * END OF PROBLEM
040020  2 2 0 0 4.44 0.0 * SCRAM(557HW*16%*1/2CORE)
040030  3 1 0 0 2.0 0.0 * KINETICS CALCULATION
040040  4 1 0 0 0.0 0.0 * FILL(INLET FLOW)
*
*   VOLUME DATA CARD
*   READ P(KG/CM2) T(DEG-C) X          V(H*3) ZXOL(H)
*
*** CH1 ***
050011  0 21.54085175 210.138855 -1.00000000  0.001108  0.23125
050021  0 21.49935804 210.747498 -1.00000000  0.002215  0.46250
050031  0 21.44405592 211.522736 -1.00000000  0.002215  0.46250
050041  0 21.38877694 212.332092 -1.00000000  0.002215  0.46250
050051  0 21.33353242 212.938980 -1.00000000  0.002215  0.46250
050061  0 21.27831143 213.421280 -1.00000000  0.002215  0.46250
050071  0 21.22310760 213.833878 -1.00000000  0.002215  0.46250
050081  0 21.16748474 214.079865  0.00011876  0.002215  0.46250
050091  0 21.12463331 213.981110  0.00052238  0.001108  0.23125
*** CH2 ***
050101  0 21.23173847 210.106232 -1.00000000  0.120284  0.23125

```

050111 0 21.19727374 210.488297 1.00000000 0.240568 0.46250
 050121 0 21.15133972 210.972092 1.00000000 0.240568 0.46250
 050131 0 21.10542870 211.486252 1.00000000 0.240568 0.46250
 050141 0 21.05954203 211.959564 1.00000000 0.240568 0.46250
 050151 0 21.01567811 212.418335 1.00000000 0.240568 0.46250
 050161 0 20.96783611 212.828064 1.00000000 0.240568 0.46250
 050171 0 20.92201307 213.127090 1.00000000 0.240568 0.46250
 050181 0 20.88765479 213.206070 1.00000000 0.120284 0.23125
 *** HEADER IN ***
 050191 1 22.77595542 209.967102 1.00000000 2.700000 0.53180
 *** CH1 IN PURINAH ***
 050201 0 22.73954886 209.967773 1.00000000 0.023616 9.65000
 050211 0 22.75554888 209.967484 1.00000000 0.019200 2.68000
 050221 0 22.07668174 209.980042 1.00000000 0.018750 2.27000
 *** CH2 IN PURINAH ***
 050231 0 21.79946665 209.985168 1.00000000 2.621376 9.65000
 050241 0 21.98283574 209.981781 1.00000000 2.131200 2.68000
 050251 0 21.55737297 209.984670 1.00000000 2.091272 2.27000
 *** CH1 OUT PURINAH ***
 050261 0 20.91736660 213.503586 0.00168950 0.010707 2.07500
 050271 0 20.54602498 212.763229 0.00349403 0.021450 1.00000
 050281 0 20.36364306 212.227798 0.00479530 0.039253 4.85500
 *** CH2 OUT PURINAH ***
 050291 0 20.73049430 213.073029 0.00052648 1.188477 2.07500
 050301 0 20.51638119 212.577988 0.00153410 2.380950 1.00000
 050311 0 20.29275457 212.064499 0.00278386 4.357138 4.85500
 *** PURN ***
 050321 2 20.00000000 211.389954 0.00444253 37.000000 1.76500
 *
 * AREA ELEV
 050012 0.00479 0.00932 0.0
 050022 0.00479 0.00932 0.23125
 050032 0.00479 0.00932 0.69375
 050042 0.00479 0.00932 1.15625
 050052 0.00479 0.00932 1.61875
 050062 0.00479 0.00932 2.08125
 050072 0.00479 0.00932 2.54375
 050082 0.00479 0.00932 3.00625
 050092 0.00479 0.00932 3.46875
 *
 050102 0.520146 0.00971 0.0
 050112 0.520146 0.00971 0.23125
 050122 0.520146 0.00971 0.69375
 050132 0.520146 0.00971 1.15625
 050142 0.520146 0.00971 1.61875
 050152 0.520146 0.00971 2.08125
 050162 0.520146 0.00971 2.54375
 050172 0.520146 0.00971 3.00625
 050182 0.520146 0.00971 3.46875
 *
 050192 0.222 0.5381 4.7
 *
 050202 0.00192 0.0495 -4.95
 050212 0.00192 0.0495 -4.95
 050222 0.00826 0.1026 -2.27
 *
 050232 0.21312 0.0495 -4.95
 050242 0.21312 0.0495 -4.95
 050252 0.91686 0.1026 -2.27
 *
 050262 0.00516 0.0811 3.7
 050272 0.00429 0.0739 5.775
 050282 0.00429 0.0739 6.775
 *
 050292 0.57276 0.0811 3.7
 050302 0.47619 0.0739 5.775
 050312 0.47619 0.0739 6.775
 *
 050322 2.447 1.765 11.63
 *
 *
 * TIME DEPENDENT VOLUME CARD
 * (CONSTANT CONDITION)
 * TRIN
 070100 0
 070200 0
 *
 *
 * JUNCTION DATA CARD
 * IN OUT FILL VALV FLOW AREA ELEV INERT FJUNF FJUHR

080011	22	1	0	0	30.5	0.00479	0.0	0	22.00	5.90
080021	1	2	0	0	30.5	0.00479	0.23125	0	0.0	0.0
080031	2	3	0	0	30.5	0.00479	0.69375	0	0.0	0.0
080041	3	4	0	0	30.5	0.00479	1.15625	0	0.0	0.0
080051	4	5	0	0	30.5	0.00479	1.61875	0	0.0	0.0
080061	5	6	0	0	30.5	0.00479	2.08125	0	0.0	0.0
080071	6	7	0	0	30.5	0.00479	2.54375	0	0.0	0.0
080081	7	8	0	0	30.5	0.00479	3.00625	0	0.0	0.0
080091	8	9	0	0	30.5	0.00479	3.46875	0	0.0	0.0
080101	9	26	0	0	30.5	0.00479	3.7	0	5.9	6.60
*										
080111	25	10	0	0	2069.5	0.520146	0.0	0	29.00	8.14
080121	10	11	0	0	2069.5	0.520146	0.23125	0	0.0	0.0
080131	11	12	0	0	2069.5	0.520146	0.69375	0	0.0	0.0
080141	12	13	0	0	2069.5	0.520146	1.15625	0	0.0	0.0
080151	13	14	0	0	2069.5	0.520146	1.61875	0	0.0	0.0
080161	14	15	0	0	2069.5	0.520146	2.08125	0	0.0	0.0
080171	15	16	0	0	2069.5	0.520146	2.54375	0	0.0	0.0
080181	16	17	0	0	2069.5	0.520146	3.00625	0	0.0	0.0
080191	17	18	0	0	2069.5	0.520146	3.46875	0	0.0	0.0
080201	18	29	0	0	2069.5	0.520146	3.7	0	8.14	8.95
*										
080211	19	20	0	0	30.5	0.00192	4.7	0	1.88	3.87
080221	20	21	0	0	30.5	0.00192	-4.95	0	0.0	0.0
080231	21	22	0	0	30.5	0.00192	-2.27	0	3.87	22.0
*										
080241	19	23	0	0	2069.5	0.21312	4.7	0	1.9	4.68
080251	23	24	0	0	2069.5	0.21312	-4.95	0	0.0	0.0
080261	24	25	0	0	2069.5	0.21312	-2.27	0	4.68	29.0
*										
080271	26	27	0	0	30.5	0.00429	5.775	0	6.6	4.9
080281	27	28	0	0	30.5	0.00429	6.775	0	0.0	0.0
080291	28	32	0	0	30.5	0.00429	11.63	0	4.9	1.0
*										
080301	29	30	0	0	2069.5	0.47619	5.775	0	8.95	6.55
080311	30	31	0	0	2069.5	0.47619	6.775	0	0.0	0.0
080321	31	32	0	0	2069.5	0.47619	11.63	0	6.55	1.5
*										
*										
*	ENTRANS									
080012	2									
080022	3									
080032	3									
080042	3									
080052	3									
080062	3									
080072	3									
080082	3									
080092	3									
080102	1									
*										
080112	2									
080122	3									
080132	3									
080142	3									
080152	3									
080162	3									
080172	3									
080182	3									
080192	3									
080202	1									
*										
080212	0									
080222	0									
080232	0									
*										
080242	0									
080252	0									
080262	0									
*										
080272	0									
080282	0									
080292	0									
*										
080302	0									
080312	0									
080322	0									
*										
*										
*										

```

* KINETICS CONSTANT CARD
* POWER BETA PROFILE PROMPT LAMBDA TAU
140000 1 4.571 3 3.301 4 1.0 0.0 0.0
*
*          BETA(1)  BETA(T)/BETA  LAMBDA(T)
*          1 3.401 4 0.074398 0.00103
*          2 4.601 4 0.210065 0.0311
*          3 8.201 4 0.179431 0.127
*          4 1.631 3 0.356674 0.334
*          5 6.601 4 0.144420 1.41
*          6 1.601 4 0.035011 3.68
*          TOTAL 4.571 3 1.0
*
* SCRAM TABLE
* NPT IDTRP (TIME * REACTIVITY)
141000 11 2 0.00 0.0
141001 0.65 0.0
141002 1.18 0.00342
141003 1.25 0.00390
141004 1.63 0.01153
141005 1.71 0.01219
141006 2.09 0.01942
141007 2.17 0.02062
141008 2.62 0.02112
141009 3.08 0.06402
141010 1000.00 0.06402
*
* INITIATED REACTIVITY
* NPT IDTRP (TIME * REACTIVITY)
141100 -3 3 0.0 0.0
141101 10.0 0.006
141102 1000.0 0.006
*
* COMPENSATED REACTIVITY DUE TO VOID
* NPT (VOID FRACTION * REACTIVITY)
142000 -6 0.0 0.0
142001 0.2 0.00090
142002 0.4 0.00162
142003 0.6 0.00222
142004 0.8 0.00316
142005 1.0 0.01113
*
* COMPENSATED REACTIVITY DUE TO DOPPLER EFFECT
* NPT
143000 -5 0.0 0.0053630
143001 281.2 0.0
143002 300.0 -0.0003010
143003 600.0 -0.0044700
143004 900.0 -0.0080480
*
* COMPENSATED REACTIVITY DUE TO COOLANT EFFECT
* NPT
145000 -8 0.0 -0.013600
145001 25.0 -0.012510
145002 50.0 -0.010980
145003 100.0 -0.007453
145004 200.0 -0.001570
145005 210.0 0.0
145006 300.0 0.009700
145007 5000.0 0.009700
*
* REACTIVITY WEIGHTING FACTOR
* VOLDWI DOPPL EXPWT COOLWI
*
140010 0.000219 0.000219 0.0 0.000219
140020 0.001834 0.001834 0.0 0.001834
140030 0.002976 0.002976 0.0 0.002976
140040 0.003246 0.003246 0.0 0.003246
140050 0.001875 0.001875 0.0 0.001875
140060 0.001152 0.001152 0.0 0.001152
140070 0.000844 0.000844 0.0 0.000844
140080 0.000430 0.000430 0.0 0.000430
140090 0.000044 0.000044 0.0 0.000044
*
140100 0.000525 0.000525 0.0 0.000525
140110 0.004384 0.004384 0.0 0.004384
140120 0.007113 0.007113 0.0 0.007113
140130 0.007757 0.007757 0.0 0.007757

```

140140	0.004361	0.004361	0.0	0.004361		
140150	0.002754	0.002754	0.0	0.002754		
140160	0.002016	0.002016	0.0	0.002016		
140170	0.001028	0.001028	0.0	0.001028		
140180	0.000105	0.000105	0.0	0.000105		
*						
140190	0.017047	0.017047	0.0	0.017047		
140200	0.101669	0.101669	0.0	0.101669		
140210	0.163062	0.163062	0.0	0.163062		
140220	0.184277	0.184277	0.0	0.184277		
140230	0.156233	0.156233	0.0	0.156233		
140240	0.146843	0.146843	0.0	0.146843		
140250	0.117173	0.117173	0.0	0.117173		
140260	0.062411	0.062411	0.0	0.062411		
140270	0.008672	0.008672	0.0	0.008672		
*						
*						
*	HEAT SLAD DATA					
*	RV	GEON	STACK	INC	RAREA	VOLS
150011	1	1	0	0	0.189615	0.00068735
150021	2	1	1	0	0.37923	0.0013747
150031	3	1	1	0	0.37923	0.0013747
150041	4	1	1	0	0.37923	0.0013747
150051	5	1	1	0	0.37923	0.0013747
150061	6	1	1	0	0.37923	0.0013747
150071	7	1	1	0	0.37923	0.0013747
150081	8	1	1	0	0.37923	0.0013747
150091	9	1	1	0	0.189615	0.00068735
*						
150101	1	1	0	0	0.189615	0.00068735
150111	2	1	1	0	0.37923	0.0013747
150121	3	1	1	0	0.37923	0.0013747
150131	4	1	1	0	0.37923	0.0013747
150141	5	1	1	0	0.37923	0.0013747
150151	6	1	1	0	0.37923	0.0013747
150161	7	1	1	0	0.37923	0.0013747
150171	8	1	1	0	0.37923	0.0013747
150181	9	1	1	0	0.189615	0.00068735
*						
150191	10	2	0	0	37.1657	0.152937
150201	11	2	1	0	74.3314	0.305874
150211	12	2	1	0	74.3314	0.305874
150221	13	2	1	0	74.3314	0.305874
150231	14	2	1	0	74.3314	0.305874
150241	15	2	1	0	74.3314	0.305874
150251	16	2	1	0	74.3314	0.305874
150261	17	2	1	0	74.3314	0.305874
150271	18	2	1	0	37.1657	0.152937
*						
*	DHEL	DHER	ZBOT	ZTOP		
150012	0	0	0.0	.23125		
150022	0	0	0.0	.4625		
150032	0	0	0.0	.4625		
150042	0	0	0.0	.4625		
150052	0	0	0.0	.4625		
150062	0	0	0.0	.4625		
150072	0	0	0.0	.4625		
150082	0	0	0.0	.4625		
150092	0	0	0.0	.23125		
*						
150102	0	0	0.0	.23125		
150112	0	0	0.0	.4625		
150122	0	0	0.0	.4625		
150132	0	0	0.0	.4625		
150142	0	0	0.0	.4625		
150152	0	0	0.0	.4625		
150162	0	0	0.0	.4625		
150172	0	0	0.0	.4625		
150182	0	0	0.0	.23125		
*						
150192	0	0	0.0	.23125		
150202	0	0	0.0	.4625		
150212	0	0	0.0	.4625		
150222	0	0	0.0	.4625		
150232	0	0	0.0	.4625		
150242	0	0	0.0	.4625		
150252	0	0	0.0	.4625		
150262	0	0	0.0	.4625		
150272	0	0	0.0	.23125		
*						

```

*
*
* CORF SLAB DATA CARD
* ISLB ITOP QFRAC QPHOD
160010 1 1 1.976795E-04 0.0048
160020 2 1 8.080345E-04 0.0048
160030 3 1 1.029314E-03 0.0048
160040 4 1 1.070892E-03 0.0048
160050 5 1 0.805940E-03 0.0048
160060 6 1 0.640475E-03 0.0048
160070 7 1 0.547992E-03 0.0048
160080 8 1 0.391259E-03 0.0048
160090 9 1 0.083294E-03 0.0048
*
160100 10 1 0.463673E-03 0.0048
160110 11 1 1.431066E-03 0.0048
160120 12 1 2.459886E-03 0.0048
160130 13 1 2.5725446E-03 0.0048
160140 14 1 1.926660E-03 0.0048
160150 15 1 1.530625E-03 0.0048
160160 16 1 1.304608E-03 0.0048
160170 17 1 0.935041E-03 0.0048
160180 18 1 0.211006E-03 0.0048
*
160190 19 1 0.0337876 0.0048
160200 20 1 0.116694 0.0048
160210 21 1 0.147783 0.0048
160220 22 1 0.157104 0.0048
160230 23 1 0.144656 0.0048
160240 24 1 0.140241 0.0048
160250 25 1 0.125278 0.0048
160260 26 1 0.091429 0.0048
160270 27 1 0.024099 0.0048
*
*
*
* SLAB GEOMETRY DATA CARD
* IG (GAP) NR IM NDX XO XR
170101 2 3 1 10 0. 6.20E-3
170102 1 2 1 0.15E-3
170103 0 3 3 0.90E-3
*
170201 2 3 1 10 0. 7.20E-3
170202 1 2 1 0.15E-3
170203 0 3 3 0.88E-3
*
*
* THERMAL CONDUCTIVITY
* NPT (TEMP * CONDUCTIVITY)
* FUEL T K T K T K
180100 -18 0.0 8.172 200.0 5.464 400.0 4.114
180101 500.0 3.668 600.0 3.315 700.0 3.031
180102 800.0 2.799 900.0 2.609 1000.0 2.453
180103 1200.0 2.220 1400.0 2.071 1600.0 1.988
180104 1800.0 1.962 2000.0 1.987 2200.0 2.060
180105 2400.0 2.179 2600.0 2.344 2800.0 2.555
*
* GAP CONDUCTANCE = 500.0 BTU/FT2-HR-F
* GAP T K T K
* GAP DISTANCE 0.150E-3 M
180200 -2 100.0 0.229793 1500.0 0.229793
*
* CLAD T K T K T K
180300 -20 0.0 10.61 50.0 11.04 100.0 11.49
180301 150.0 11.96 200.0 12.44 250.0 12.95
180302 300.0 13.48 350.0 14.03 400.0 14.60
180303 450.0 15.19 500.0 15.80 550.0 16.43
180304 600.0 17.08 650.0 17.75 700.0 18.44
180305 800.0 19.87 900.0 21.39 1000.0 22.98
180306 1200.0 26.42 1500.0 32.17
*
* VOLUMETRIC HEAT CAPACITY
* FUEL T CP T CP T CP
190100 -18 0.0 557.898 200.0 690.270 400.0 734.179
190101 500.0 747.562 600.0 756.680 700.0 764.555
190102 800.0 771.196 900.0 777.699 1000.0 782.972
190103 1200.0 795.113 1400.0 813.470 1600.0 847.704
190104 1800.0 903.248 2000.0 987.105 2200.0 1103.962
190105 2400.0 1251.515 2600.0 1427.553 2800.0 1626.768

```

```

*
*   GAP      T      CP      T      CP
190200 -2    100.0 0.00120139 1500.0 0.00120139
*
*   CLAD      T      CP      T      CP      T      CP
190300 -20    0.0   438.85    50.0   445.40   100.0   465.05
190301    150.0  478.15   200.0  491.25   250.0  497.80
190302    300.0  510.90   350.0  517.45   400.0  524.00
190303    450.0  530.55   500.0  537.10   550.0  543.65
190304    600.0  550.20   650.0  563.30   700.0  569.85
190305    800.0  582.95   900.0  569.85  1000.0  556.75
190306   1200.0  556.75  1500.0  556.75
*
*   LINEAR EXPANSION
*
*   FUEL      I      EXP      T      EXP      I      EXP
200100 -20   100.0 9.767D-06  200.0 9.924D-06  300.0 1.008D-05
200101    400.0 1.024D-05  500.0 1.040D-05  600.0 1.055D-05
200102    700.0 1.071D-05  800.0 1.087D-05  900.0 1.102D-05
200103   1000.0 1.118D-05 1100.0 1.134D-05 1200.0 1.149D-05
200104   1300.0 1.165D-05 1400.0 1.181D-05 1500.0 1.197D-05
200105   1600.0 1.212D-05 1700.0 1.228D-05 1800.0 1.244D-05
200106   1900.0 1.259D-05 2000.0 1.275D-05
*
*
*   CLAD
200300 -20   100.0 5.845D-06  200.0 6.015D-06  300.0 6.185D-06
200301    400.0 6.355D-06  500.0 6.525D-06  600.0 6.695D-06
200302    700.0 6.865D-06  800.0 7.035D-06  900.0 7.205D-06
200303   1000.0 7.375D-06 1100.0 7.545D-06 1200.0 7.715D-06
200304   1300.0 7.885D-06 1400.0 8.055D-06 1500.0 8.225D-06
200305   1600.0 8.395D-06 1700.0 8.565D-06 1800.0 8.735D-06
200306   1900.0 8.905D-06 2000.0 9.075D-06
*
*
*   RADIAL POWER DISTRIBUTION
220101  0.9318  0.9318  0.9392  0.9499  0.9631
220102  0.9783  0.9963  1.0170  1.0412  1.0708  1.1124
*
220201  0.0
*
220301  0.0    0.0    0.0
*
*
*   FEMIS  CEMIS      ROUGH
*   GAP DISTANCE 0.15E-3 / 1000.0
300000  0.7    0.7    0.15E-6
*
*   MATERIAL DENSITY
*   FDENS  CDENS
400000 10410.0 6550.0
*
*   IOPTH
500000 -4
*
*****
*****          *****
*****  INPUT DATA  *****
*****  16% SCRAM , 3.95% POWER  *****
*****          *****
*****
*
*
2
= FUGEN RA(6E-4DK/S) 3.95% POWER 16% SCRAM
*
*   PROBLEM DIMENSION CARD
*   LDP NE NT NTR RV NTV NJ NC NF NSB NGM NMT
010001 -2 9 3 4 32 2 32 0 0 27 2 3
*
*   PROBLEM CONSTANT CARD
*   POWER
010002 9.390
*
*   EDIT VARIABLE CARD
*
020000 PU 0 TR 0 RV 0 RD 0 RW 0 RC 0 RH 0 TH 13 QH 13
*
*   TIME STEP CARD

```

	MIN	MAX	DMP	NCHK	DELTIN	DTMIN	TLAST	CPU
030010	2	50	2	0	0.010	0.010	2.0	580.0
030020	4	50	5	0	0.005	0.005	202.0	
030030	2	100	1	0	0.010	0.010	1000.0	
*								
* TRIP CONTROL CARD								
*	I0IRP	I0SIG	I1X1	I1X2	SETPI	DELAY		
040010	1	1	0	0	22.0	0.0	* END OF PROBLEM	
040020	2	2	0	0	4.05	0.0	* SCRAM(557HW*16Z*1/2CORE)	
040030	3	1	0	0	2.0	0.0	* KINETICS CALCULATION	
040040	4	1	0	0	0.0	0.0	* FILL(INLET FLOW)	
*								
* VOLUME DATA CARD								
*	READ	P(KG/CM2)	T(DEG-C)	X		V(H=3)	ZXDL(H)	
*								
*** CH1 ***								
050011	0	41.55006163	249.123413	-1.00000000	0.001108	0.23125		
050021	0	41.50996120	249.752945	-1.00000000	0.002215	0.46250		
050031	0	41.45652322	250.554901	-1.00000000	0.002215	0.46250		
050041	0	41.40191274	251.153859	0.00067366	0.002215	0.46250		
050051	0	41.34522317	251.074036	0.00267422	0.002215	0.46250		
050061	0	41.28922660	250.995193	0.00430726	0.002215	0.46250		
050071	0	41.23357655	250.916840	0.00573386	0.002215	0.46250		
050081	0	41.17837508	250.839111	0.00681433	0.002215	0.46250		
050091	0	41.13761043	250.781723	0.00717168	0.001108	0.23125		
*** CH2 ***								
050101	0	41.16608470	249.091217	-1.00000000	0.120284	0.23125		
050111	0	41.13328110	249.486496	-1.00000000	0.240568	0.46250		
050121	0	41.08956632	249.987335	-1.00000000	0.240568	0.46250		
050131	0	41.04588130	250.519775	-1.00000000	0.240568	0.46250		
050141	0	41.00185620	250.590576	0.00118254	0.240568	0.46250		
050151	0	40.95855894	250.529633	0.00269484	0.240568	0.46250		
050161	0	40.91637053	250.470230	0.00405973	0.240568	0.46250		
050171	0	40.87510924	250.412125	0.00509645	0.240568	0.46250		
050181	0	40.84468177	250.369293	0.00544791	0.120284	0.23125		
*** HEADER IN ***								
050191	1	42.90615916	248.943939	-1.00000000	2.700000	0.53180		
*** CH1 IN PURENH ***								
050201	0	42.81556196	248.945633	-1.00000000	0.023616	9.65000		
050211	0	42.80095793	248.945831	-1.00000000	0.019200	2.68000		
050221	0	42.10714169	248.958984	-1.00000000	0.018750	2.27000		
*** CH2 IN PURENH ***								
050231	0	41.76334659	248.965185	-1.00000000	2.621376	9.65000		
050241	0	41.92424227	248.962418	-1.00000000	2.131260	2.68000		
050251	0	41.49937960	248.970551	-1.00000000	2.091272	2.27000		
*** CH1 OUT PURENH ***								
050261	0	40.91109323	250.462784	0.00807631	0.010707	2.07500		
050271	0	40.57035944	249.983047	0.00943435	0.021450	1.00000		
050281	0	40.35675171	249.682281	0.01028391	0.039253	4.85500		
*** CH2 OUT PURENH ***								
050291	0	40.69105548	250.152985	0.00606222	1.188477	2.07500		
050301	0	40.47787186	249.852814	0.00691354	2.380950	1.00000		
050311	0	40.27969703	249.573792	0.007				
*** DURM *** PNC TN9410 88-101								
050321	2	40.00000000	249.179962	0.008				
*								
*	AREA	EQDIA	ELEV					
050012	0.00479	0.00932	0.0					
050022	0.00479	0.00932	0.23125					
050032	0.00479	0.00932	0.69375					
050042	0.00479	0.00932	1.15625					
050052	0.00479	0.00932	1.61875					
050062	0.00479	0.00932	2.08125					
050072	0.00479	0.00932	2.54375					
050082	0.00479	0.00932	3.00625					
050092	0.00479	0.00932	3.46875					
*								
050102	0.520146	0.00971	0.0					
050112	0.520146	0.00971	0.23125					
050122	0.520146	0.00971	0.69375					
050132	0.520146	0.00971	1.15625					
050142	0.520146	0.00971	1.61875					
050152	0.520146	0.00971	2.08125					
050162	0.520146	0.00971	2.54375					
050172	0.520146	0.00971	3.00625					
050182	0.520146	0.00971	3.46875					
*								
050192	0.222	0.5381	4.7					
*								
050202	0.00192	0.0495	-4.95					

050212 0.00192 0.0495 4.95
 050222 0.00826 0.1026 2.27
 *
 050232 0.21312 0.0495 4.95
 050242 0.21312 0.0495 4.95
 050252 0.91686 0.1026 2.27
 *
 050262 0.00516 0.0811 3.7
 050272 0.00429 0.0739 5.775
 050282 0.00429 0.0739 6.775
 *
 050292 0.57276 0.0811 3.7
 050302 0.47619 0.0739 5.775
 050312 0.47619 0.0739 6.775
 *
 050322 2.447 1.765 11.63
 *
 *
 * TIME DEPENDENT VOLUME CARD
 * (CONSTANT CONDITION)
 * IRIN
 070100 0
 070200 0
 *
 *
 * JUNCTION DATA CARD
 * IN OUT FILL VALV FLOW AREA ELEV INERT FJUNF FJUNR
 080011 22 1 0 0 30.5 0.00479 0.0 0 22.00 5.90
 080021 1 2 0 0 30.5 0.00479 0.23125 0 0.0 0.0
 080031 2 3 0 0 30.5 0.00479 0.69375 0 0.0 0.0
 080041 3 4 0 0 30.5 0.00479 1.15625 0 0.0 0.0
 080051 4 5 0 0 30.5 0.00479 1.61875 0 0.0 0.0
 080061 5 6 0 0 30.5 0.00479 2.08125 0 0.0 0.0
 080071 6 7 0 0 30.5 0.00479 2.54375 0 0.0 0.0
 080081 7 8 0 0 30.5 0.00479 3.00625 0 0.0 0.0
 080091 8 9 0 0 30.5 0.00479 3.46875 0 0.0 0.0
 080101 9 26 0 0 30.5 0.00479 3.7 0 5.9 6.60
 *
 080111 25 10 0 0 2069.5 0.520146 0.0 0 29.00 8.14
 080121 10 11 0 0 2069.5 0.520146 0.23125 0 0.0 0.0
 080131 11 12 0 0 2069.5 0.520146 0.69375 0 0.0 0.0
 080141 12 13 0 0 2069.5 0.520146 1.15625 0 0.0 0.0
 080151 13 14 0 0 2069.5 0.520146 1.61875 0 0.0 0.0
 080161 14 15 0 0 2069.5 0.520146 2.08125 0 0.0 0.0
 080171 15 16 0 0 2069.5 0.520146 2.54375 0 0.0 0.0
 080181 16 17 0 0 2069.5 0.520146 3.00625 0 0.0 0.0
 080191 17 18 0 0 2069.5 0.520146 3.46875 0 0.0 0.0
 080201 18 29 0 0 2069.5 0.520146 3.7 0 8.14 8.95
 *
 080211 19 20 0 0 30.5 0.00192 4.7 0 1.88 3.87
 080221 20 21 0 0 30.5 0.00192 -4.95 0 0.0 0.0
 080231 21 22 0 0 30.5 0.00192 -2.27 0 3.87 22.0
 *
 080241 19 23 0 0 2069.5 0.21312 4.7 0 1.9 4.68
 080251 23 24 0 0 2069.5 0.21312 -4.95 0 0.0 0.0
 080261 24 25 0 0 2069.5 0.21312 -2.27 0 4.68 29.0
 *
 080271 26 27 0 0 30.5 0.00429 5.775 0 6.6 4.9
 080281 27 28 0 0 30.5 0.00429 6.775 0 0.0 0.0
 080291 28 32 0 0 30.5 0.00429 11.63 0 4.9 1.0
 *
 080301 29 30 0 0 2069.5 0.47619 5.775 0 8.95 6.55
 080311 30 31 0 0 2069.5 0.47619 6.775 0 0.0 0.0
 080321 31 32 0 0 2069.5 0.47619 11.63 0 6.55 1.5
 *
 * ENTRANS
 080012 2
 080022 3
 080032 3
 080042 3
 080052 3
 080062 3
 080072 3
 080082 3
 080092 3
 080102 1
 *
 080112 7
 080122 3

```

080132 3
080142 3
080152 3
080162 3
080172 3
080182 3
080192 3
080202 1
*
080212 0
080222 0
080232 0
*
080242 0
080252 0
080262 0
*
080272 0
080282 0
080292 0
*
080302 0
080312 0
080322 0
*
*
*
* KINETICS CONSTANT CARD
* POWER BETA PRILIFE PROMPT LAMBDA TAU
140000 1 4.57E-3 3.30E-4 1.0 0.0 0.0
*
*          BETA(E)   BETA(1)/BETA   LAMBDA(1)
*          1 3.40E-4 0.074398 0.00103
*          2 9.60E-4 0.210065 0.0311
*          3 8.20E-4 0.179431 0.127
*          4 1.63E-3 0.356674 0.334
*          5 6.60E-4 0.144420 1.41
*          6 1.60E-4 0.035011 3.68
*          TOTAL 4.57E-3 1.0
*
* SCRAM TABLE
* NPT IDTRP (TIME * REACTIVITY)
141000 -11 2 0.00 0.0
141001 0.65 0.0
141002 1.18 -0.00342
141003 1.25 -0.00390
141004 1.63 -0.01153
141005 1.71 -0.01279
141006 2.09 -0.01942
141007 2.17 -0.02062
141008 2.62 -0.04212
141009 3.08 -0.06402
141010 1000.00 -0.06402
*
* INITIATED REACTIVITY
* NPT IDTRP ((TIME * REACTIVITY))
141100 -3 3 0.0 0.0
141101 10.0 0.006
141102 1000.0 0.006
*
*
* COMPENSATED REACTIVITY DUE TO VOID
* NPT (VOID FRACTION * REACTIVITY)
142000 -6 0.0 0.0
142001 0.2 0.00042
142002 0.4 0.00075
142003 0.6 0.00103
142004 0.8 0.00147
142005 1.0 0.00199
*
*
* COMPENSATED REACTIVITY DUE TO DOPPLER EFFECT
* NPI
143000 5 0.0 0.0053630
143001 281.2 0.0
143002 300.0 -0.0003010
143003 600.0 -0.0044700
143004 900.0 -0.0080480
*
* COMPENSATED REACTIVITY DUE TO COOLANT EFFECT

```

* NPT
 145000 8 0.0 0.016240
 145001 25.0 0.015150
 145002 50.0 0.013770
 145003 100.0 0.010550
 145004 200.0 0.007150
 145005 249.0 0.0
 145006 300.0 0.005470
 145007 5000.0 0.005470
 *
 * REACTIVITY WEIGHTING FACTOR
 * VOIDWT DOPWT EXPWT COOLWT
 *
 140010 0.000219 0.000219 0.0 0.000219
 140020 0.001834 0.001834 0.0 0.001834
 140030 0.002976 0.002976 0.0 0.002976
 140040 0.003246 0.003246 0.0 0.003246
 140050 0.001825 0.001825 0.0 0.001825
 140060 0.001152 0.001152 0.0 0.001152
 140070 0.000844 0.000844 0.0 0.000844
 140080 0.000430 0.000430 0.0 0.000430
 140090 0.000044 0.000044 0.0 0.000044
 *
 140100 0.000525 0.000525 0.0 0.000525
 140110 0.004384 0.004384 0.0 0.004384
 140120 0.007113 0.007113 0.0 0.007113
 140130 0.007757 0.007757 0.0 0.007757
 140140 0.004361 0.004361 0.0 0.004361
 140150 0.002754 0.002754 0.0 0.002754
 140160 0.002016 0.002016 0.0 0.002016
 140170 0.001028 0.001028 0.0 0.001028
 140180 0.000105 0.000105 0.0 0.000105
 *
 140190 0.017047 0.017047 0.0 0.017047
 140200 0.101669 0.101669 0.0 0.101669
 140210 0.163062 0.163062 0.0 0.163062
 140220 0.184277 0.184277 0.0 0.184277
 140230 0.156233 0.156233 0.0 0.156233
 140240 0.146843 0.146843 0.0 0.146843
 140250 0.117173 0.117173 0.0 0.117173
 140260 0.062411 0.062411 0.0 0.062411
 140270 0.008672 0.008672 0.0 0.008672
 *
 * HEAT SLAB DATA
 * RV GEOM STACK INC RAREA VOLS
 150011 1 1 0 0 0.189615 0.00068735
 150021 2 1 1 0 0.37923 0.0013747
 150031 3 1 1 0 0.37923 0.0013747
 150041 4 1 1 0 0.37923 0.0013747
 150051 5 1 1 0 0.37923 0.0013747
 150061 6 1 1 0 0.37923 0.0013747
 150071 7 1 1 0 0.37923 0.0013747
 150081 8 1 1 0 0.37923 0.0013747
 150091 9 1 1 0 0.189615 0.00068735
 *
 150101 1 1 0 0 0.189615 0.00068735
 150111 2 1 1 0 0.37923 0.0013747
 150121 3 1 1 0 0.37923 0.0013747
 150131 4 1 1 0 0.37923 0.0013747
 150141 5 1 1 0 0.37923 0.0013747
 150151 6 1 1 0 0.37923 0.0013747
 150161 7 1 1 0 0.37923 0.0013747
 150171 8 1 1 0 0.37923 0.0013747
 150181 9 1 1 0 0.189615 0.00068735
 *
 150191 10 2 0 0 37.1657 0.152937
 150201 11 2 1 0 74.3314 0.305874
 150211 12 2 1 0 74.3314 0.305874
 150221 13 2 1 0 74.3314 0.305874
 150231 14 2 1 0 74.3314 0.305874
 150241 15 2 1 0 74.3314 0.305874
 150251 16 2 1 0 74.3314 0.305874
 150261 17 2 1 0 74.3314 0.305874
 150271 18 2 1 0 37.1657 0.152937
 *
 * DHED DHDR ZBOT ZTOP
 150012 0 0 0.0 .23125
 150022 0 0 0.0 .4625
 150032 0 0 0.0 .4625

```

150042 0 0 0.0 .4625
150052 0 0 0.0 .4625
150062 0 0 0.0 .4625
150072 0 0 0.0 .4625
150082 0 0 0.0 .4625
150092 0 0 0.0 .23125
*
150102 0 0 0.0 .23125
150112 0 0 0.0 .4625
150122 0 0 0.0 .4625
150132 0 0 0.0 .4625
150142 0 0 0.0 .4625
150152 0 0 0.0 .4625
150162 0 0 0.0 .4625
150172 0 0 0.0 .4625
150182 0 0 0.0 .23125
*
150192 0 0 0.0 .23125
150202 0 0 0.0 .4625
150212 0 0 0.0 .4625
150222 0 0 0.0 .4625
150232 0 0 0.0 .4625
150242 0 0 0.0 .4625
150252 0 0 0.0 .4625
150262 0 0 0.0 .4625
150272 0 0 0.0 .23125
*
*
*
* CORE SLAB DATA CARD
* ISLB I1OP QFRAC QPHOD
160010 1 1 1.976795E-04 0.0048
160020 2 1 8.080345E-04 0.0048
160030 3 1 1.029314E-03 0.0048
160040 4 1 1.074892E-03 0.0048
160050 5 1 0.805940E-03 0.0048
160060 6 1 0.640475E-03 0.0048
160070 7 1 0.547992E-03 0.0048
160080 8 1 0.391259E-03 0.0048
160090 9 1 0.088294E-03 0.0048
*
160100 10 1 0.468673E-03 0.0048
160110 11 1 1.931066E-03 0.0048
160120 12 1 2.459886E-03 0.0048
160130 13 1 2.5725446E-03 0.0048
160140 14 1 1.926060E-03 0.0048
160150 15 1 1.530625E-03 0.0048
160160 16 1 1.309608E-03 0.0048
160170 17 1 0.935041E-03 0.0048
160180 18 1 0.211006E-03 0.0048
*
160190 19 1 0.0337876 0.0048
160200 20 1 0.116694 0.0048
160210 21 1 0.147783 0.0048
160220 22 1 0.157104 0.0048
160230 23 1 0.144656 0.0048
160240 24 1 0.140241 0.0048
160250 25 1 0.125278 0.0048
160260 26 1 0.091429 0.0048
160270 27 1 0.024099 0.0048
*
*
*
* SLAB GEOMETRY DATA CARD
* IG (GAP) NR IM NDX XO XR
170101 2 3 1 10 0. 6.20E-3
170102 1 2 1 0. 0.15E-3
170103 0 3 3 0. 9.0E-3
*
170201 2 3 1 10 0. 7.20E-3
170202 1 2 1 0. 0.15E-3
170203 0 3 3 0. 8.8E-3
*
*
* THERMAL CONDUCTIVITY
* HPT (TEMP * CONDUCTIVITY)
* FUEL T K T K T K
180100 -18 0.0 8.172 200.0 5.464 400.0 4.114
180101 500.0 3.668 600.0 3.315 700.0 3.031
180102 800.0 2.799 900.0 2.609 1000.0 2.453

```

180103 1200.0 2.220 1400.0 2.071 1600.0 1.988
 180104 1800.0 1.962 2000.0 1.987 2200.0 2.060
 180105 2400.0 2.179 2600.0 2.344 2800.0 2.555
 *
 * GAP CONDUCTANCE = 500.0 BTU/F12-HR F
 * GAP T K T K
 * GAP DISTANCE 0.150E-3 M
 180200 -2 100.0 0.229793 1500.0 0.229793
 *
 * CLAD T K T K T K
 180300 -20 0.0 10.61 50.0 11.04 100.0 11.49
 180301 150.0 11.96 200.0 12.44 250.0 12.95
 180302 300.0 13.48 350.0 14.03 400.0 14.60
 180303 450.0 15.19 500.0 15.80 550.0 16.43
 180304 600.0 17.08 650.0 17.75 700.0 18.44
 180305 800.0 19.87 900.0 21.39 1000.0 22.98
 180306 1200.0 26.42 1500.0 32.17
 *
 * VOLUMETRIC HEAT CAPACITY
 *
 * FUEL T CP T CP T CP
 190100 -18 0.0 557.898 200.0 690.270 400.0 734.179
 190101 500.0 747.562 600.0 756.680 700.0 764.555
 190102 800.0 771.196 900.0 777.699 1000.0 782.972
 190103 1200.0 795.113 1400.0 813.470 1600.0 847.704
 190104 1800.0 903.248 2000.0 987.105 2200.0 1103.962
 190105 2400.0 1251.515 2600.0 1427.553 2800.0 1626.768
 *
 * GAP T CP T CP
 190200 -2 100.0 0.00120139 1500.0 0.00120139
 *
 * CLAD T CP T CP T CP
 190300 -20 0.0 438.85 50.0 445.40 100.0 465.05
 190301 150.0 478.15 200.0 491.25 250.0 497.80
 190302 300.0 510.90 350.0 517.45 400.0 524.00
 190303 450.0 530.55 500.0 537.10 550.0 543.65
 190304 600.0 550.20 650.0 563.30 700.0 569.85
 190305 800.0 582.95 900.0 569.85 1000.0 556.75
 190306 1200.0 556.75 1500.0 556.75
 *
 * LINEAR EXPANSION
 *
 * FUEL T EXP T EXP T EXP
 200100 -20 100.0 9.767D-06 200.0 9.924D-06 300.0 1.008D-05
 200101 400.0 1.024D-05 500.0 1.040D-05 600.0 1.055D-05
 200102 700.0 1.071D-05 800.0 1.087D-05 900.0 1.102D-05
 200103 1000.0 1.118D-05 1100.0 1.154D-05 1200.0 1.149D-05
 200104 1300.0 1.165D-05 1400.0 1.181D-05 1500.0 1.197D-05
 200105 1600.0 1.212D-05 1700.0 1.228D-05 1800.0 1.244D-05
 200106 1900.0 1.259D-05 2000.0 1.275D-05
 *
 *
 * CLAD
 200300 -20 100.0 5.845D-06 200.0 6.015D-06 300.0 6.185D-06
 200301 400.0 6.355D-06 500.0 6.525D-06 600.0 6.695D-06
 200302 700.0 6.865D-06 800.0 7.035D-06 900.0 7.205D-06
 200303 1000.0 7.375D-06 1100.0 7.545D-06 1200.0 7.715D-06
 200304 1300.0 7.885D-06 1400.0 8.055D-06 1500.0 8.225D-06
 200305 1600.0 8.395D-06 1700.0 8.565D-06 1800.0 8.735D-06
 200306 1900.0 8.905D-06 2000.0 9.075D-06
 *
 *
 * RADIAL POWER DISTRIBUTION
 220101 0.9318 0.9318 0.9392 0.9499 0.9631
 220102 0.9783 0.9963 1.0170 1.0412 1.0708 1.1124
 *
 220201 0.0
 *
 220301 0.0 0.0 0.0
 *
 * FEMHS CEMHS ROUGH
 * GAP DISTANCE 0.15E-3 / 1000.0
 300000 0.7 0.7 0.15E-6
 *
 * MATERIAL DENSITY
 * FDENS CDENS
 400000 10410.0 6550.0
 *
 * IOPIN

```

500000 -5
*
*****
***** INPUT DATA *****
***** 16% SCRAM , 4.5% POWER *****
*****
*****
2
= FUGEN RA(6E-4OK/S) 4.5% POWER 16% SCRAM
*
* PROBLEM DIMENSION CARD
* LDP NE NF NIR HV HTV NJ NC NF NSB NGM NNT
010001 -2 9 3 4 32 2 32 0 0 27 2 3
*
* PROBLEM CONSTANT CARD
* POWER
010002 10.705
*
* EDIT VARIABLE CARD
*
020000 PD 0 TR 0 RV 0 RD 0 RW 0 RC 0 RH 0 TH 13 QR 13
*
* TIME STEP CARD
* MIN MAJ DNP NCHK DELTH DTMIN TLAST CPU
030010 2 50 2 0 0.010 0.010 2.0 880.00
030020 5 50 5 0 0.005 0.005 202.0
030030 2 100 1 0 0.010 0.010 1000.0
*
* TRIP CONTROL CARD
* IDTRP IDSIG IX1 IX2 SETPT DELAY
040010 1 1 0 0 22.0 0.0 * END OF PROBLEM
040020 2 2 0 0 3.56 0.0 * SCRAM(557MS*16%*1/2CORE)
040030 3 1 0 0 2.0 0.0 * KINETICS CALCULATION
040040 4 1 0 0 0.0 0.0 * FILL(INLET FLOW)
*
* VOLUME DATA CARD
* READ P(KG/CH2) T(DEG-C) X V(X*3) ZXL(N)
*
*** CH1 ***
050011 0 68.03297926 277.134033 -1.00000000 0.001108 0.23125
050021 0 67.99393971 277.798096 -1.00000000 0.002215 0.46250
050031 0 67.94191865 278.644531 -1.00000000 0.002215 0.46250
050041 0 67.88992844 279.528320 -1.00000000 0.002215 0.46250
050051 0 67.83799332 280.191162 -1.00000000 0.002215 0.46250
050061 0 67.78609803 280.717773 -1.00000000 0.002215 0.46250
050071 0 67.73423203 281.168457 -1.00000000 0.002215 0.46250
050081 0 67.68239705 281.490967 -1.00000000 0.002215 0.46250
050091 0 67.64354393 281.563477 -1.00000000 0.001108 0.23125
*** CH2 ***
050101 0 67.72303379 277.094238 -1.00000000 0.120284 0.23125
050111 0 67.69158053 277.511719 -1.00000000 0.240568 0.46250
050121 0 67.64967037 278.040039 -1.00000000 0.240568 0.46250
050131 0 67.60779495 278.601807 -1.00000000 0.240568 0.46250
050141 0 67.56595771 279.119141 -1.00000000 0.240568 0.46250
050151 0 67.52415579 279.620605 -1.00000000 0.240568 0.46250
050161 0 67.48238900 280.068604 -1.00000000 0.240568 0.46250
050171 0 67.44065433 280.395752 -1.00000000 0.240568 0.46250
050181 0 67.40937025 280.482178 -1.00000000 0.120284 0.23125
*** HEADER IN ***
050191 1 69.50224881 276.963379 -1.00000000 2.700000 0.53180
*** CH1 IN PURENAN ***
050201 0 69.36284341 276.964111 -1.00000000 0.023616 9.65000
050211 0 69.32064816 276.964355 -1.00000000 0.019200 2.68000
050221 0 68.61109101 276.968262 -1.00000000 0.018750 2.27000
*** CH2 IN PURENAN ***
050231 0 68.34827527 276.969727 -1.00000000 2.621376 9.65000
050241 0 68.49007095 276.968994 -1.00000000 2.131200 2.68000
050251 0 68.06435966 276.971680 -1.00000000 2.091272 2.27000
*** CH1 OUT PURENAN ***
050261 0 67.42735195 281.565918 -1.00000000 0.010707 2.07500
050271 0 67.11600703 281.569824 -1.00000000 0.021450 1.00000
050281 0 66.86990981 281.377441 0.00066405 0.039253 4.85500
*** CH2 OUT PURENAN ***
050291 0 67.25382575 280.483887 -1.00000000 1.188477 2.07500
050301 0 67.04155512 280.486084 -1.00000000 2.380950 1.00000
050311 0 66.81055324 280.488770 -1.00000000 4.357138 4.85500

```

*** DURM ***
 050321 2 66.50000000 280.502441 -1.00000000 37.000000 1.76500
 *
 * AREA EQDIA ELEV
 050012 0.00479 0.00932 0.0
 050022 0.00479 0.00932 0.23125
 050032 0.00479 0.00932 0.69375
 050042 0.00479 0.00932 1.15625
 050052 0.00479 0.00932 1.61875
 050062 0.00479 0.00932 2.08125
 050072 0.00479 0.00932 2.54375
 050082 0.00479 0.00932 3.00625
 050092 0.00479 0.00932 3.46875
 *
 050102 0.520146 0.00971 0.0
 050112 0.520146 0.00971 0.23125
 050122 0.520146 0.00971 0.69375
 050132 0.520146 0.00971 1.15625
 050142 0.520146 0.00971 1.61875
 050152 0.520146 0.00971 2.08125
 050162 0.520146 0.00971 2.54375
 050172 0.520146 0.00971 3.00625
 050182 0.520146 0.00971 3.46875
 *
 050192 0.222 0.5381 4.7
 *
 050202 0.00192 0.0495 -4.95
 050212 0.00192 0.0495 -4.95
 050222 0.00826 0.1026 -2.27
 *
 050232 0.21312 0.0495 -4.95
 050242 0.21312 0.0495 -4.95
 050252 0.91686 0.1026 -2.27
 *
 050262 0.00516 0.0811 3.7
 050272 0.00429 0.0739 5.775
 050282 0.00429 0.0739 6.775
 *
 050292 0.57276 0.0811 3.7
 050302 0.47619 0.0739 5.775
 050312 0.47619 0.0739 6.775
 *
 050322 2.447 1.765 11.63
 *
 *
 * TIME DEPENDENT VOLUME CARD
 * (CONSTANT CONDITION)
 * TRIN
 070100 0
 070200 0
 *
 *
 * JUNCTION DATA CARD
 * INH OUT FILL VALV FLOW AREA ELEV INERT FJUNF FJUNR
 080011 22 1 0 0 30.5 0.00479 0.0 0 22.00 5.90
 080021 1 2 0 0 30.5 0.00479 0.23125 0 0.0 0.0
 080031 2 3 0 0 30.5 0.00479 0.69375 0 0.0 0.0
 080041 3 4 0 0 30.5 0.00479 1.15625 0 0.0 0.0
 080051 4 5 0 0 30.5 0.00479 1.61875 0 0.0 0.0
 080061 5 6 0 0 30.5 0.00479 2.08125 0 0.0 0.0
 080071 6 7 0 0 30.5 0.00479 2.54375 0 0.0 0.0
 080081 7 8 0 0 30.5 0.00479 3.00625 0 0.0 0.0
 080091 8 9 0 0 30.5 0.00479 3.46875 0 0.0 0.0
 080101 9 26 0 0 30.5 0.00479 3.7 0 5.9 6.60
 *
 080111 25 10 0 0 2069.5 0.520146 0.0 0 29.00 8.14
 080121 10 11 0 0 2069.5 0.520146 0.23125 0 0.0 0.0
 080131 11 12 0 0 2069.5 0.520146 0.69375 0 0.0 0.0
 080141 12 13 0 0 2069.5 0.520146 1.15625 0 0.0 0.0
 080151 13 14 0 0 2069.5 0.520146 1.61875 0 0.0 0.0
 080161 14 15 0 0 2069.5 0.520146 2.08125 0 0.0 0.0
 080171 15 16 0 0 2069.5 0.520146 2.54375 0 0.0 0.0
 080181 16 17 0 0 2069.5 0.520146 3.00625 0 0.0 0.0
 080191 17 18 0 0 2069.5 0.520146 3.46875 0 0.0 0.0
 080201 18 29 0 0 2069.5 0.520146 3.7 0 8.14 8.95
 *
 080211 19 20 0 0 30.5 0.00192 4.7 0 1.88 3.87
 080221 20 21 0 0 30.5 0.00192 -4.95 0 0.0 0.0
 080231 21 22 0 0 30.5 0.00192 -2.27 0 3.87 22.0

```

*
080241 19 23 0 0 2069.5 0.21312 4.7 0 1.9 4.68
080251 23 24 0 0 2069.5 0.21312 4.95 0 0.0 0.0
080261 24 25 0 0 2069.5 0.21312 2.27 0 4.68 29.0
*
080271 26 27 0 0 30.5 0.00429 5.775 0 6.6 4.9
080281 27 28 0 0 30.5 0.00429 6.775 0 0.0 0.0
080291 28 32 0 0 30.5 0.00429 11.63 0 4.9 1.0
*
080301 29 30 0 0 2069.5 0.47619 5.775 0 8.95 6.55
080311 30 31 0 0 2069.5 0.47619 6.775 0 0.0 0.0
080321 31 32 0 0 2069.5 0.47619 11.63 0 6.55 1.5
*
*
* ENIRANS
080012 2
080022 3
080032 3
080042 3
080052 3
080062 3
080072 3
080082 3
080092 3
080102 1
*
080112 2
080122 3
080132 3
080142 3
080152 3
080162 3
080172 3
080182 3
080192 3
080202 1
*
080212 0
080222 0
080232 0
*
080242 0
080252 0
080262 0
*
080272 0
080282 0
080292 0
*
080302 0
080312 0
080322 0
*
*
*
* KINETICS CONSTANT CARD
*      POWER BETA  PRLIFE PROMPT LAMBDA TAU
140000 1 4.57E-3 3.30E-4 1.0 0.0 0.0
*
*          BETA(I)   BETA(I)/BETA  LAMDA(I)
*          1 3.40E-4 0.074398 0.00103
*          2 9.60E-4 0.210065 0.0311
*          3 8.20E-4 0.179431 0.127
*          4 1.63E-3 0.356674 0.334
*          5 6.60E-4 0.144420 1.41
*          6 1.60E-4 0.035011 3.68
*          TOTAL 4.57E-3 1.0
*
*
* SCRAM TABLE
*      NPT IDTRP (TIME = REACTIVITY)
141000 -11 2 0.00 0.0
141001 0.65 0.0
141002 1.18 -0.00342
141003 1.25 -0.00390
141004 1.63 -0.01153
141005 1.71 -0.01279
141006 2.09 -0.01942
141007 2.17 -0.02062
141008 2.62 -0.04212
141009 3.08 -0.06402

```

```

141010      1000.00 -0.06402
*
* INITIATED REACTIVITY
* NPT 1DTRP (TIME * REACTIVITY)
141100 -3   3     0.0  0.0
141101           10.0  0.006
141102           1000.0  0.006
*
*
* COMPENSATED REACTIVITY DUE TO VOID
* NPT (VOID FRACTION * REACTIVITY)
142000 -6   0.0  0.0
142001     0.2  0.00007
142002     0.4  0.00013
142003     0.6  0.00018
142004     0.8  0.00026
142005     1.0  0.00779
*
*
* COMPENSATED REACTIVITY DUE TO DOPPLER EFFECT
* NPT
143000 -5   0.0  0.0053630
143001     281.2  0.0
143002     300.0 -0.0003010
143003     600.0 -0.0044700
143004     900.0 -0.0080480
*
*
* COMPENSATED REACTIVITY DUE TO COOLANT EFFECT
* NPT
145000 -8   0.0 -0.018130
145001     25.0 -0.017040
145002     50.0 -0.015770
145003     100.0 -0.012780
145004     200.0 -0.004820
145005     277.0  0.0
145006     300.0  0.002430
145007     5000.0  0.002430
*
*
* REACTIVITY WEIGHTING FACTOR
* VOIDWT    DOPWT    EXPWT    COOLWT
*
140010  0.000219  0.000219  0.0  0.000219
140020  0.001834  0.001834  0.0  0.001834
140030  0.002976  0.002976  0.0  0.002976
140040  0.003246  0.003246  0.0  0.003246
140050  0.001825  0.001825  0.0  0.001825
140060  0.001152  0.001152  0.0  0.001152
140070  0.000844  0.000844  0.0  0.000844
140080  0.000430  0.000430  0.0  0.000430
140090  0.000044  0.000044  0.0  0.000044
*
140100  0.000525  0.000525  0.0  0.000525
140110  0.004384  0.004384  0.0  0.004384
140120  0.007113  0.007113  0.0  0.007113
140130  0.007757  0.007757  0.0  0.007757
140140  0.004361  0.004361  0.0  0.004361
140150  0.002754  0.002754  0.0  0.002754
140160  0.002016  0.002016  0.0  0.002016
140170  0.001028  0.001028  0.0  0.001028
140180  0.000105  0.000105  0.0  0.000105
*
140190  0.017047  0.017047  0.0  0.017047
140200  0.101669  0.101669  0.0  0.101669
140210  0.163062  0.163062  0.0  0.163062
140220  0.184277  0.184277  0.0  0.184277
140230  0.156233  0.156233  0.0  0.156233
140240  0.146843  0.146843  0.0  0.146843
140250  0.117173  0.117173  0.0  0.117173
140260  0.062411  0.062411  0.0  0.062411
140270  0.008672  0.008672  0.0  0.008672
*
*
* HEAT SLAB DATA
* RV GEOM STACK IMC RAREA VOLs
150011  1   1   0   0   0.189615  0.00068735
150021  2   1   1   0   0.37923  0.0013747
150031  3   1   1   0   0.37923  0.0013747
150041  4   1   1   0   0.37923  0.0013747
150051  5   1   1   0   0.37923  0.0013747
150061  6   1   1   0   0.37923  0.0013747

```

150071	7	1	1	0	0.37923	0.0013747
150081	8	1	1	0	0.37923	0.0013747
150091	9	1	1	0	0.189615	0.00068735
*						
150101	1	1	0	0	0.189615	0.00068735
150111	2	1	1	0	0.37923	0.0013747
150121	3	1	1	0	0.37923	0.0013747
150131	4	1	1	0	0.37923	0.0013747
150141	5	1	1	0	0.37923	0.0013747
150151	6	1	1	0	0.37923	0.0013747
150161	7	1	1	0	0.37923	0.0013747
150171	8	1	1	0	0.37923	0.0013747
150181	9	1	1	0	0.189615	0.00068735
*						
150191	10	2	0	0	37.1657	0.152937
150201	11	2	1	0	74.3314	0.305874
150211	12	2	1	0	74.3314	0.305874
150221	13	2	1	0	74.3314	0.305874
150231	14	2	1	0	74.3314	0.305874
150241	15	2	1	0	74.3314	0.305874
150251	16	2	1	0	74.3314	0.305874
150261	17	2	1	0	74.3314	0.305874
150271	18	2	1	0	37.1657	0.152937
*						
*	DHEL	DHER	ZBOT	ZTOP		
150012	0	0	0.0	.23125		
150022	0	0	0.0	.4625		
150032	0	0	0.0	.4625		
150042	0	0	0.0	.4625		
150052	0	0	0.0	.4625		
150062	0	0	0.0	.4625		
150072	0	0	0.0	.4625		
150082	0	0	0.0	.4625		
150092	0	0	0.0	.23125		
*						
150102	0	0	0.0	.23125		
150112	0	0	0.0	.4625		
150122	0	0	0.0	.4625		
150132	0	0	0.0	.4625		
150142	0	0	0.0	.4625		
150152	0	0	0.0	.4625		
150162	0	0	0.0	.4625		
150172	0	0	0.0	.4625		
150182	0	0	0.0	.23125		
*						
150192	0	0	0.0	.23125		
150202	0	0	0.0	.4625		
150212	0	0	0.0	.4625		
150222	0	0	0.0	.4625		
150232	0	0	0.0	.4625		
150242	0	0	0.0	.4625		
150252	0	0	0.0	.4625		
150262	0	0	0.0	.4625		
150272	0	0	0.0	.23125		
*						
*						
*						
*	CORE SLAB DATA CARD					
*	ISLB	ITOP	OFRAC	OPMOD		
160010	1	1	1.976795E-04	0.0048		
160020	2	1	8.080345E-04	0.0048		
160030	3	1	1.029314E-03	0.0048		
160040	4	1	1.074892E-03	0.0048		
160050	5	1	0.805940E-03	0.0048		
160060	6	1	0.640475E-03	0.0048		
160070	7	1	0.547992E-03	0.0048		
160080	8	1	0.391259E-03	0.0048		
160090	9	1	0.088294E-03	0.0048		
*						
160100	10	1	0.468673E-03	0.0048		
160110	11	1	1.931066E-03	0.0048		
160120	12	1	2.459886E-03	0.0048		
160130	13	1	2.5725446E-03	0.0048		
160140	14	1	1.926060E-03	0.0048		
160150	15	1	1.530625E-03	0.0048		
160160	16	1	1.309608E-03	0.0048		
160170	17	1	0.935041E-03	0.0048		
160180	18	1	0.211006E-03	0.0048		
*						
160190	19	1	0.0337876	0.0048		

160200 20 1 0.1166946 0.0048
 160210 21 1 0.1477836 0.0048
 160220 22 1 0.1571046 0.0048
 160230 23 1 0.1446566 0.0048
 160240 24 1 0.1402416 0.0048
 160250 25 1 0.1252786 0.0048
 160260 26 1 0.0914296 0.0048
 160270 27 1 0.0240996 0.0048
 *
 *
 *
 * SLAB GEOMETRY DATA CARD
 * IG (GAP) NR IN NDX XO XR
 170101 2 3 1 10 0. 6.20E-3
 170102 1 2 1 0.15E-3
 170103 0 3 3 0.90E-3
 *
 170201 2 3 1 10 0. 7.20E-3
 170202 1 2 1 0.15E-3
 170203 0 3 3 0.88E-3
 *
 *
 * THERMAL CONDUCTIVITY
 * NPT (TEMP * CONDUCTIVITY)
 * FUEL T K T K T K
 180100 -18 0.0 8.172 200.0 5.464 400.0 4.114
 180101 500.0 3.668 600.0 3.315 700.0 3.031
 180102 800.0 2.799 900.0 2.609 1000.0 2.453
 180103 1200.0 2.220 1400.0 2.071 1600.0 1.988
 180104 1800.0 1.962 2000.0 1.987 2200.0 2.060
 180105 2400.0 2.179 2600.0 2.344 2800.0 2.555
 *
 * GAP CONDUCTANCE = 500.0 BTU/FT² HR F
 * GAP T K T K
 * GAP DISTANCE 0.150E-3 M
 180200 -2 100.0 0.229793 1500.0 0.229793
 *
 * CLAD T K T K T K
 180300 -20 0.0 10.61 50.0 11.04 100.0 11.49
 180301 150.0 11.96 200.0 12.44 250.0 12.95
 180302 300.0 13.48 350.0 14.03 400.0 14.60
 180303 450.0 15.19 500.0 15.80 550.0 16.43
 180304 600.0 17.08 650.0 17.75 700.0 18.44
 180305 800.0 19.87 900.0 21.39 1000.0 22.98
 180306 1200.0 26.42 1500.0 32.17
 *
 * VOLUMETRIC HEAT CAPACITY
 *
 * FUEL T CP T CP T CP
 190100 -18 0.0 557.898 200.0 690.270 400.0 734.179
 190101 500.0 747.562 600.0 756.680 700.0 764.555
 190102 800.0 771.196 900.0 777.699 1000.0 782.972
 190103 1200.0 795.113 1400.0 813.470 1600.0 847.704
 190104 1800.0 903.248 2000.0 987.105 2200.0 1103.962
 190105 2400.0 1251.515 2600.0 1427.553 2800.0 1626.768
 *
 * GAP T CP T CP
 190200 -2 100.0 0.00120139 1500.0 0.00120139
 *
 * CLAD T CP T CP T CP
 190300 -20 0.0 438.85 50.0 445.40 100.0 465.05
 190301 150.0 478.15 200.0 491.25 250.0 497.80
 190302 300.0 510.90 350.0 517.45 400.0 524.00
 190303 450.0 530.55 500.0 537.10 550.0 543.65
 190304 600.0 550.20 650.0 563.30 700.0 569.85
 190305 800.0 582.95 900.0 569.85 1000.0 556.75
 190306 1200.0 556.75 1500.0 556.75
 *
 * LINEAR EXPANSION
 *
 * FUEL T EXP T EXP T EXP
 200100 -20 100.0 9.7670-06 200.0 9.9240-06 300.0 1.0080-05
 200101 400.0 1.0240-05 500.0 1.0400-05 600.0 1.0550-05
 200102 700.0 1.0710-05 800.0 1.0870-05 900.0 1.1020-05
 200103 1000.0 1.1180-05 1100.0 1.1340-05 1200.0 1.1490-05
 200104 1300.0 1.1650-05 1400.0 1.1810-05 1500.0 1.1970-05
 200105 1600.0 1.2120-05 1700.0 1.2280-05 1800.0 1.2440-05
 200106 1900.0 1.2590-05 2000.0 1.2750-05

* CLAD
200300 -20 100.0 5.8450-06 200.0 6.0150-06 300.0 6.1850-06
200301 400.0 6.3550-06 500.0 6.5250-06 600.0 6.6950-06
200302 700.0 6.8650-06 800.0 7.0350-06 900.0 7.2050-06
200303 1000.0 7.3750-06 1100.0 7.5450-06 1200.0 7.7150-06
200304 1300.0 7.8850-06 1400.0 8.0550-06 1500.0 8.2250-06
200305 1600.0 8.3950-06 1700.0 8.5650-06 1800.0 8.7350-06
200306 1900.0 8.9050-06 2000.0 9.0750-06

*
* RADIAL POWER DISTRIBUTION
220101 0.9318 0.9318 0.9392 0.9499 0.9631
220102 0.9783 0.9963 1.0170 1.0412 1.0708 1.1124

*
220201 0.0

*
220301 0.0 0.0 0.0

*
* FENIS CEMIS ROUGH
* GAP DISTANCE 0.15E-3 / 1000.0
300000 0.7 0.7 0.15E 6

* MATERIAL DENSITY
* FDENS CDENS
400000 10410.0 6550.0

* IOPTH
500000 -6

*