

分置

# 大型炉核設計精度の評価

—炉定数調整法の適用—

1993年5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)

1993年5月

## 大型炉核設計精度の評価 - 炉定数調整法の適用 -

石川 眞\*

### 要 旨

大型高速炉の核設計手法を高度化することを目的として、炉定数調整法をH3年度にプラント工学室が設計した60万kWe級炉心に全面的に適用し、従来のE/Cバイアス補正法と比較検討することによりその特徴および性能を評価した。以下に、本研究から得られた主な知見をまとめる。

- (1) JUPITER臨界実験などの情報を実機核設計に反映する方法として、積分実験情報を用いず基本炉定数のみで設計する場合、バイアス補正法を適用する場合、炉定数調整法を適用する場合の3種について、各々の設計精度評価式を理論面から検討した。その結果、炉定数調整法は、利用できる積分実験情報の量、臨界実験で測定できない燃焼核特性への適用、設計体系への柔軟性などほぼ全ての点からバイアス補正法よりも設計手法として有効であることが判明した。
- (2) H3年度の60万kWe級炉心について、上記の3手法による設計ノミナル値を評価し分析した。H3年度設計はバイアス補正法を用いて行ったが、今回の炉定数調整法と比較して一部の核特性値にはやや違いがみられるものの、炉心性能や安全基準確保の観点から全体的に妥当なものであったといえる。
- (3) 同炉心について、上記の3手法による核設計精度を評価し比較した。下表に1 $\sigma$ ベースでの予測精度評価結果を示すが、これまでに整備してきた炉定数調整法のシステムおよびデータは、大型高速炉の核設計に対する十分な適用性を備えており、従来のバイアス補正法と比較して核特性の予測精度をいっそう向上できる性能を有すると判断できる。

(対象核特性)	臨界実験の 情報なし	バイアス 補正法	炉定数 調整法
実効増倍率	2.06%	0.70%	0.43%
増殖比	5.9%	2.3%	1.5%
出力分布	1.7~2.8%	1.9~2.5%	1.3~2.2%
制御棒価値	4.1~4.9%	4.0~4.6%	2.8~3.1%
Naボイド反応度	9.7%	10.3%	7.1%

\* 大洗工学センター 技術開発部 プラント工学室

May 1993

# Estimation of Nuclear Design Accuracy for a Large FBR Core

## - Application of the Cross-Section Adjustment Method -

Makoto Ishikawa \*

### Abstract

In order to improve nuclear design method for large LMFBR cores, the cross-section adjustment method was fully applied to a 600MWe-class FBR core which was designed by the Plant Engineering Office in FY1991. The features and performance of the new design method were compared with the conventional E/C bias correction method. The main results of the present study are:

- (a) From theoretical investigation for accuracy estimation formulas of various methods, the cross-section adjustment was found most effective to reflect integral information from critical experiments like JUPITER on FBR core design.
- (b) The design nominal values of the 600MWe-class FBR core were evaluated by various design methods. As a result, the design of FY1991 which used the bias method, was found reasonable to keep core performance and safety criteria, although some differences of the nominal values exist between the bias method and the adjustment method.
- (c) The design accuracy of various design methods was compared and the  $1\sigma$ -values were summarized in the table below. The cross-section adjustment method can be judged to possess sufficient applicability to large FBR core design and to improve prediction accuracy of nuclear core characteristics.

(Nuclear Characteristics)	No Information from Integral Experiment	E/C Bias Correction Method	Cross-Section Adjustment Method
Criticality (keff)	2.06%	0.70%	0.43%
Breeding Ratio	5.9%	2.3%	1.5%
Power Distribution	1.7~2.8%	1.9~2.5%	1.3~2.2%
Control Rod Worth	4.1~4.9%	4.0~4.6%	2.8~3.1%
Sodium Void Reactivity	9.7%	10.3%	7.1%

\* Plant Engineering Office, Technology Development Division, OEC, PNC

## 目 次

第1章 緒 言	1
第2章 炉定数調整法	4
2.1 炉定数調整研究の経緯	4
2.2 炉定数調整の基礎式	6
2.3 炉定数調整結果の概要	8
2.4 修正炉定数の適用性評価	12
第3章 核設計精度評価手法	39
3.1 積分情報を用いない場合	39
3.2 バイアス補正法を適用する場合	39
3.3 炉定数調整法を適用する場合	40
3.4 炉定数調整法と E/C 値バイアス補正法の比較	41
第4章 60万 kWe 炉心の核設計ノミナル値	43
4.1 対象炉心	43
4.2 ノミナル値評価の基本方針	43
4.3 設計解析手法	43
4.4 基準計算に対する補正值	44
4.5 設計ノミナル値の評価	44
第5章 60万 kWe 炉心の核設計精度評価および考察	70
5.1 精度評価に用いる誤差データ	70
5.2 60万 kWe 炉心の感度係数	71
5.3 核設計精度の評価	72
第6章 結 言	87
謝 辞	91
参考文献	92
付録 A 実験解析誤差および相関係数データ	付 1
付録 B 60万 kWe 炉心の感度係数	付 10

## 表 リ ス ト

表 2.1	炉定数調整の対象とした核種・反応	14
表 2.2	Pu239 fission 反応の共分散データ	15
表 2.3	炉定数調整に用いた JUPITER 体系の主要な C/E 値	16
表 2.4	JUPITER 実験解析の誤差データ	17
表 2.5	炉定数調整による主要な C/E の変化	18
表 2.6	炉定数調整による主要な断面積の変化	19
表 2.7	炉定数調整後の Pu239 fission 反応の共分散データ	20
表 2.8	国際ベンチマーク体系の炉心仕様	21
表 2.9(1)	誤差設定の任意性による炉定数調整への影響 (1) (C/E 値変化)	22
表 2.9(2)	誤差設定の任意性による炉定数調整への影響 (2) (核断面積変化)	23
表 3.1	E/C バイアス補正法と炉定数調整法の比較	42
表 4.1	60 万 kWc 炉心の仕様	47
表 4.2	JUPITER 臨界実験解析手法と 60 万 kWc 核設計解析手法の比較	52
表 4.3	H3 年度 60 万 kWc 設計の実効増倍率ノミナル値評価に用いる補正係数	53
表 4.4	H3 年度 60 万 kWc 設計の出力分布 (最大線出力) ノミナル値評価に用いる補正係数	54
表 4.5	H3 年度 60 万 kWc 設計の制御棒価値ノミナル値評価に用いる補正係数	55
表 4.6	H3 年度 60 万 kWc 設計の Na ボイド反応度ノミナル値評価に用いる補正係数	56
表 4.7	H3 年度 60 万 kWc 設計のドップラー反応度ノミナル値評価に用いる補正係数	57
表 4.8	H3 年度 60 万 kWc 核設計ノミナル値の算出	58
表 4.9	各設計手法による主要核特性のノミナル値	59
表 4.10(1)	修正炉定数による核特性変化における核種毎の寄与 (1) 実効増倍率	60
表 4.10(2)	修正炉定数による核特性変化における核種毎の寄与 (2) 増殖比 (C28/F49 反応率分布)	61
表 4.10(3)	修正炉定数による核特性変化における核種毎の寄与 (3) 出力分布 (F49 反応率分布) - 内側炉心外端	62
表 4.10(4)	修正炉定数による核特性変化における核種毎の寄与 (4) 出力分布 (F49 反応率分布) - 外側炉心中央	63
表 4.10(5)	修正炉定数による核特性変化における核種毎の寄与 (5) 制御棒価値 - 中心制御棒	64

表 4.10(6)	修正炉定数による核特性変化における核種毎の寄与 (6) 制御棒価値 - 第1リング制御棒	65
表 4.10(7)	修正炉定数による核特性変化における核種毎の寄与 (7) 制御棒価値 - 第2リング制御棒	66
表 4.10(8)	修正炉定数による核特性変化における核種毎の寄与 (8) Na ボイド反応度	67
表 5.1	各設計手法による主要核特性の予測精度	76
表 5.2	臨界実験の情報を用いない場合の設計精度の内訳	77
表 5.3	バイアス補正法による設計精度の内訳	77
表 5.4	炉定数調整法による設計精度の内訳	78
表 5.5(1)	核特性予測誤差における核種毎の寄与 (1) 実効増倍率	79
表 5.5(2)	核特性予測誤差における核種毎の寄与 (2) 増殖比 (C28/F49 反応率比)	80
表 5.5(3)	核特性予測誤差における核種毎の寄与 (3) 出力分布 (F49 反応率分布) - 内側炉心外端	81
表 5.5(4)	核特性予測誤差における核種毎の寄与 (4) 出力分布 (F49 反応率分布) - 外側炉心中央	82
表 5.5(5)	核特性予測誤差における核種毎の寄与 (5) 制御棒価値 - 中心制御棒	83
表 5.5(6)	核特性予測誤差における核種毎の寄与 (6) 制御棒価値 - 第1リング制御棒	84
表 5.5(7)	核特性予測誤差における核種毎の寄与 (7) 制御棒価値 - 第2リング制御棒	85
表 5.5(8)	核特性予測誤差における核種毎の寄与 (8) Na ボイド反応度	86
表 A.1	実効増倍率の解析	付 2
表 A.2(1)	同じ位置の制御棒価値の解析誤差	付 2
表 A.2(2)	異なる位置の制御棒価値の解析誤差	付 2
表 A.3(1)	出力分布の解析誤差 (内側炉心; F49)	付 3
表 A.3(2)	出力分布の解析誤差 (外側炉心; F49)	付 3
表 A.3(3)	出力分布の解析誤差 (実験体系 - 内側炉心、実機 - 外側炉心; F49)	付 3
表 A.3(4)	出力分布の解析誤差 (実験体系 - 外側炉心、実機 - 内側炉心; F49)	付 4
表 A.3(5)	出力分布の解析誤差 (ブランケット; F28)	付 4
表 A.4	C28/F49 の解析誤差 (炉心中央)	付 4
表 A.5(1)	Na ボイド反応度の解析誤差	付 5
表 A.5(2)	異なるサイズの Na ボイド反応度の解析誤差	付 5
表 A.6	$V_m^{(m)}$ の設定値	付 6
表 A.7	$V_m^{(m)}$ の設定値	付 6
表 A.8	$V_m^{(2)}$ の設定値	付 7

表 A.9	$Vm^{(n2)}$ の設定値	付 7
表 A.10(1)~(2)	$Vm^{(12)}$ の設定値	付 8
表 B.1(1)~(2)	H3 年度 60 万 kWe 炉心の感度係数 - 実効増倍率	付 11~12
表 B.2(1)~(2)	H3 年度 60 万 kWe 炉心の感度係数 - 増殖比 (C28/F49 反応率比)	付 13~14
表 B.3(1)~(2)	H3 年度 60 万 kWe 炉心の感度係数 - 出力分布 (F49 反応率分布): 内側炉心外端	付 15~16
表 B.4(1)~(2)	H3 年度 60 万 kWe 炉心の感度係数 - 出力分布 (F49 反応率分布): 外側炉心中央	付 17~18
表 B.5(1)~(2)	H3 年度 60 万 kWe 炉心の感度係数 - 制御棒価値 (炉中心)	付 19~20
表 B.6(1)~(2)	H3 年度 60 万 kWe 炉心の感度係数 - 制御棒価値 (第 1 リング)	付 21~22
表 B.7(1)~(2)	H3 年度 60 万 kWe 炉心の感度係数 - 制御棒価値 (第 2 リング)	付 23~24
表 B.8(1)~(2)	H3 年度 60 万 kWe 炉心の感度係数 - Na ボイド反応度	付 25~26



## 図 リ ス ト

図 1.1	炉定数調整法による大型高速炉核設計の流れ	3
図 2.1(1)	実効増倍率の感度係数 (ZPPR - 9 炉心)	24
図 2.1(2)	制御棒価値の感度係数 (ZPPR - 9 炉心)	25
図 2.1(3)	Na ボイド反応度の感度係数 (ZPPR - 9 炉心)	26
図 2.2(1)	炉定数調整による C/E 値の変化 (1) (実効増倍率)	27
図 2.2(2)	炉定数調整による C/E 値の変化 (2) (制御棒価値)	28
図 2.2(3)	炉定数調整による C/E 値の変化 (3) (Na ボイド反応度)	29
図 2.3(1)	炉定数調整による核断面積の変化 (1) U238 Capture	30
図 2.3(2)	炉定数調整による核断面積の変化 (2) Pu239 Fission	31
図 2.3(3)	炉定数調整による核断面積の変化 (3) U238 Inelastic	32
図 2.3(4)	炉定数調整による核断面積の変化 (4) U235 Fission	33
図 2.3(5)	炉定数調整による核断面積の変化 (5) Pu239 Fission Spectrum	34
図 2.4(1)	国際ベンチマーク体系への適用 (1) (プルトニウム炉心 - 実効増倍率)	35
図 2.4(2)	国際ベンチマーク体系への適用 (2) (プルトニウム炉心 - C28/F49 反応率比)	36
図 2.4(3)	国際ベンチマーク体系への適用 (3) (プルトニウム炉心 - F49/F25 反応率比)	37
図 2.4(4)	国際ベンチマーク体系への適用 (4) (ウラン炉心 - 実効増倍率)	38
図 4.1	H3 年度 60 万 kWc 炉心の炉心構成	68
図 4.2	JUPITER - I 臨界実験の炉心構成	69
図 B.1	H3 年度 60 万 kWc 炉心の感度係数 - 実効増倍率	付 27
図 B.2	H3 年度 60 万 kWc 炉心の感度係数 - 増殖比 (C28/F49 反応率比)	付 28
図 B.3	H3 年度 60 万 kWc 炉心の感度係数 - 出力分布 (F49 反応率分布)	
	: 内側炉心外端	付 29
図 B.4	H3 年度 60 万 kWc 炉心の感度係数 - 出力分布 (F49 反応率分布)	
	: 外側炉心中央	付 30
図 B.5	H3 年度 60 万 kWc 炉心の感度係数 - 制御棒価値 (炉中心)	付 31
図 B.6	H3 年度 60 万 kWc 炉心の感度係数 - 制御棒価値 (第 1 リング)	付 32
図 B.7	H3 年度 60 万 kWc 炉心の感度係数 - 制御棒価値 (第 2 リング)	付 33
図 B.8	H3 年度 60 万 kWc 炉心の感度係数 - Na ボイド反応度	付 34

## 第1章 緒言

高速増殖炉の開発において、実証炉や実用炉の大型炉心核設計の核特性予測精度を高めることは、合理的で高性能な炉心を設計することによりプラントの経済性を向上させ、また信頼性および安全性の裕度をよりいっそう確保する観点から極めて重要である。これまで動燃では、このための努力としてJUPITER臨界実験解析をはじめとするFBR炉物理研究が長年にわたって精力的に継続されてきた。

一般に高速増殖炉の炉心核設計においては、実験炉「常陽」に対するFCA実験、原型炉「もんじゅ」に対するMOZART実験のように実機炉心を模擬した臨界実験を行い、その結果を解析して核特性ノミナル値およびその不確かさ評価に反映する方法がとられている。大型高速炉炉心に対しては、米国と動燃の共同研究として実施されたJUPITER大型炉心臨界実験がこの模擬臨界実験にあたる。

臨界実験解析結果を実機の核設計に反映する方法として、臨界実験体系の核特性値の実験値(E)と解析値(C)の比を実機体系の解析値に乗じて設計のノミナル値とする、いわゆる「E/Cバイアス補正法」が我が国では従来から採用されてきた。しかし、このバイアス補正法は、臨界実験体系が実機設計体系を良く模擬している場合には非常に有効であると考えられるが、炉心組成や体系の違いなど臨界実験体系から実機体系への外挿性が大きい場合にはその理論的裏付けおよび信頼性に問題が生じ、設計精度が悪くなる可能性がある。この典型的な例が、JUPITER臨界実験解析で見出された制御棒価値や反応率分布のC/E値空間依存性であり、E/Cバイアス補正法では、根拠のある設計への反映法を見出すのは難しい。また、燃焼特性など臨界実験では直接測定できない核特性については、設計への反映は事実上不可能である。

このバイアス補正法に代わる核設計手法として近年注目されてきているのが、「炉定数調整法」である。炉定数調整法は、臨界実験解析の結果を、核特性値へではなく炉心核計算の基本データである炉定数への修正として反映するものであり、原理的に臨界実験体系が実機のフルモックアップでない場合でも実機設計体系への外挿が可能である。図1.1には、炉定数調整法による大型高速炉核設計の流れを、バイアス補正法と比較して模式的に示してある。この炉定数調整法の研究は60~70年代から行われており、仏国などにおいて精力的にその実用化が図られてきた。我が国においても、解析誤差の取り入れなどによる理論の改良および実機設計への適用法などの研究が進み、実用化への見通しが得られつつある段階である。

大洗技術開発部では、この炉定数調整法を実証炉などFBR実機の炉心設計にも適用できる核設計手法として確立するための研究がH1年度から開始された。第1ステップはH3年度まで3か年にわたって、日本原子力発電(株)との共同研究とし

て実施された。この共同研究では、炉定数調整法に関わる既往研究をレビューし、60万kWeから150万kWeクラスの大型高速炉炉心設計に適用することを前提として、炉定数調整の基礎式、積分実験データ、核データ共分散、設計精度評価コードなどをシステムとして整備してきた。第2ステップは、H4年度から動燃の独自研究として開始された。ここでは、共同研究の成果を踏まえ、さらに燃焼核特性を取り扱えるようにするなどのシステム機能の拡張および炉定数調整データの改良・拡充などを目指しており、現在研究を継続している。

本報告書は、これまでに整備してきた炉定数調整法のシステムおよびデータを高度化された核設計手法として、H3年度にプラント室が設計した60万kWe級炉心に全面的に適用し、従来のE/Cバイアス補正法と比較検討することにより、その特徴および性能を評価した結果をまとめたものである。

以下に、本報告書の内容を概括する。まず第2章では、炉定数調整法の原理およびその特徴をまとめる。第3章では、炉定数調整手法を用いた場合の設計精度評価法を、その他の設計手法として積分実験の情報を設計に反映しない場合、また上記のE/Cバイアス補正法と併せて示し、その特徴および物理的意味を考察する。第4章では、H3年度にプラント室で設計された60万kWe級の酸化物燃料大型炉心を対象として、上記の3種の設計手法による核設計ノミナル値を、実効増倍率、制御棒価値など代表的な7種の核特性について比較評価する。第5章では、これらの核特性について、各設計手法による核設計精度を評価し分析する。第6章では、本研究で得られた知見と今後の課題をまとめ結言とする。

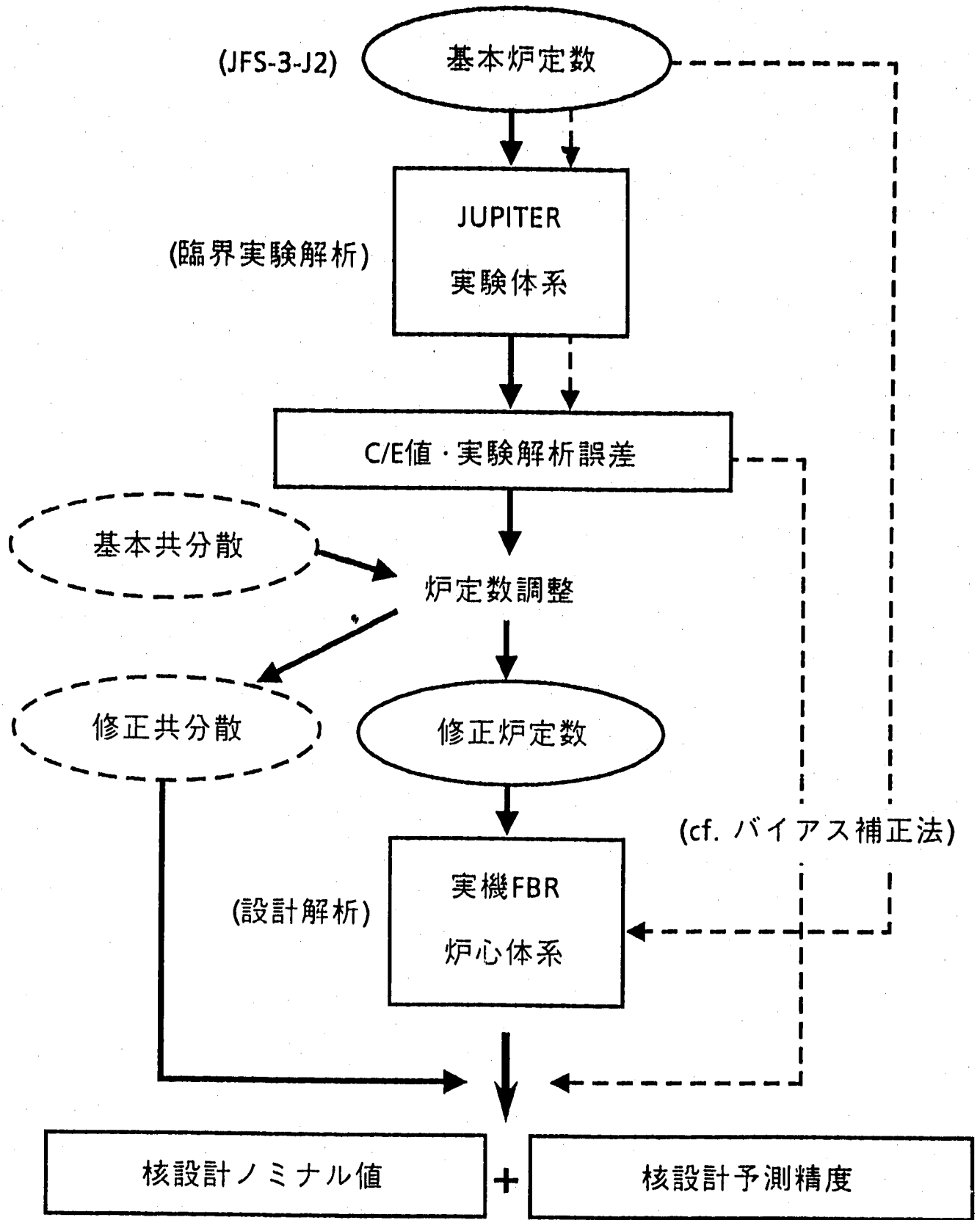


図1.1 炉定数調整法による大型高速炉核設計の流れ

## 第2章 炉定数調整法

本章ではまず、炉定数調整研究のこれまでの経緯をレビューし、本研究のバックグラウンドおよび位置付けを整理する。次に、本研究で採用した炉定数調整の基礎式をその導出法とともにまとめてその特徴を考察する。続いて、現在使用している修正炉定数について、作成に使用した炉定数調整用データと調整結果、および適用性評価結果を要約して示す。

### 2.1 炉定数調整研究の経緯

炉定数調整法の目的は要約すれば、原子炉実機の核特性予測精度を向上させるために、臨界実験等から得られた積分情報を用いて、炉心核計算に用いる炉定数を修正しようということである。この炉定数調整法は特に、エネルギー多群近似を行わなければならない、また、大量のPu燃料を用いなければ模擬度のよい臨界実験ができなかった高速炉の分野でその必要性が早くから認識されており、その起源は1960年代にさかのぼる。

1964年のジュネーブ会議で、イタリアのCecchiniら(1-1)とイスラエルのHumiら(1-2)により、高速炉の臨界実験で得られた積分データの実験値について、実験誤差の範囲内で解析値が一致するように炉定数を修正し、大型炉の核特性を推定する方法が提唱されたのが、公開の場で炉定数調整研究が報告された最初であるといわれている。これを契機として、その後、理論の改良研究および適用による数値的研究が各国で開始された。Hementら(1-3)は、積分データの実験値がつねに測定誤差を含んでいることを考慮し、基本炉定数からのずれが最も少なく、かつ、実験値に解析値が実験誤差の範囲内でできるだけよく一致するものを選ぶようにした。彼らは、この方法をGODIVAやVERAなどの当時の臨界実験データに適用しているが、この時すでにU235やU238の非弾性散乱については全断面積ではなく励起レベル毎に調整を行っていることが注目される。Pazyら(1-5)は、同じ方法を用いて修正された炉定数の精度を評価する方法を示し、また、修正量を求める時に解くべき方程式の数は、修正すべき炉定数の数ではなく使用する積分データの数に等しいことを明らかにした。実際の数値的検討として、イタリアではCecchiniら(1-4,6)によってZPR-III, IVやZEBRAなどのデータを用いたABBNセットの調整が、フランスではBarreら(1-7)によってMASURCAやZPR-IIIデータを調整に用いたCadaracheセット Version 2の作成が、イギリスではRowlandら(1-8)によってZPR-IIIやZEBRAデータを用いたFGL4セットの調整が行われた。

我が国でも、70年代前半に原研の三谷氏や黒井氏によって積極的に理論的検討が進められた。三谷氏らの研究(1-9,14)では、最小二乗法の一般理論から出発して、炉定数間に相関がある場合も考慮した炉定数調整の基礎式を完成し、また統

計理論を用いて調整結果が妥当であることを検定する方法、系統誤差を除去する方法などを提案した。この研究は、各国の研究者の論文中でも引用されており(1-11,20,21)、炉定数調整研究の進展に大きな寄与をしたものと考えられる。また、彼らは実際にABBNセットに対してZPR-IIIやZEBRA、FCAなどのデータを用いた調整を行い、その結果を詳細に検討している。

その他にも多くの理論的および適用研究が報告された(1-10~21)が、最終的には、Dragtら(1-21)が炉定数調整の基礎式を、ベイズの定理から出発して非常に簡明なマトリックス表式で整理した。この表式により炉定数間の相関とともに、積分実験データの相関も明確な形で取り入れることができる。現在動燃が使用している調整法もこの基礎式を採用している。

適用性研究の一環としてWeisbinら(1-22)は、ENDF/B-IVライブラリに対する共分散ファイルを整備し、ZPR-6/7の積分データを用いて包括的な調整研究を行った。この中で、実効増倍率とC28/F49反応率比の予測精度は、各々炉定数調整前の2.3%と7.3%から、調整後の0.7%と1.8%と飛躍的に向上するが、この効果は個々の断面積の標準偏差が小さくなったためではなく、むしろ共分散の相関が導入されたためであることが指摘された。また、亀井氏ら(1-29)は、ZPPR-10Aおよび10Dのデータを用いて炉定数調整を行い、これらの炉心での制御棒価値や反応率のC/E値径方向依存性が、核断面積誤差に起因している可能性があることを報告した。

また、炉定数調整法の実機設計のための実用化研究が、とくに仏国では早くから精力的に行われた。1969年には修正炉定数をCadarache version II(1-7)を、1973年にはCadarache version III(1-12)を、1977年にはCadarache version IV(1-16)を、MASURCA、HARMONIE、ERMINEなどの臨界実験データの他に、実機高速炉であるRAPSODIEの照射データまでも調整用データとして用いて作成し、Phenixなど実際の炉心解析に適用した。仏国のアプローチで特徴的なのは、修正された核断面積の他に、炉心解析手法およびコード、不確かさデータまでも一体ととらえ、全体として整合のとれた炉心設計システム(Formulaireと称している)と位置付けている点である。これは、微分データを真値に近づけるという核データ改良的な見方とはかなり異なっており、実機設計における炉定数調整法の本質を的確にとらえた立場であると考えられる。

実機設計との関連では、核設計精度の評価について、1983年に亀井氏ら(1-26)が、バイアス因子法による精度評価式を感度係数を用いて導出した。これに対し、Wagschalら(1-27)は、炉定数調整法は、バイアス補正法とは異なってモックアップ実験の模擬度がよくない場合でも設計予測精度向上が得られるとして、バイアス法よりも設計手法として優れていることを主張した。竹田氏ら(1-34)は1989年に、実験解析誤差と設計解析誤差の相関も考慮した設計精度評価式を、バイアス補正法、炉定数調整法、修正炉定数を用いてバイアス補正を行う結合法の3種について、包括的なマトリックス表式で導出した。本研究で用いた設計精度の

評価式は、この研究に基づいたものである。また、竹田氏と亀井氏はこれらの炉定数調整研究の業績により、1992年度の日本原子力学会論文賞「感度解析手法によるFBR炉心核特性予測精度の評価研究」を受賞した(1-40)。

動燃では、JUPITER 臨界実験などのこれまでの炉物理研究の成果を実機設計に有効に反映させることを目的として、原電との共同研究(1-35~39)として1989年から3年間にわたり炉定数調整の研究が行われた。この共同研究の成果については、核データの修正(1-41)および設計手法の改良(1-42)の両面から対外的にも報告を行った。その後、1992年からは動燃の独自の研究として、燃焼核特性の取り入れや調整データの拡充などを目的とした炉定数調整法の改良が行われている。

## 2.2 炉定数調整の基礎式

本研究で採用した炉定数調整法は、ベイズの定理(条件付確率推定法)をその理論的基礎としており、臨界実験解析結果を核断面積の修正という形で実機設計に反映するものである。確率論におけるベイズの定理は、得られた新しいデータを用いることによって事前予測確率を修正し事後の予測確率を高めるものとして知られている。事象 $A_i$ と $B$ が同時に生起する確率を $P(A_i, B)$ 、各々の事象の事前予想確率を $P(A_i)$ 、 $P(B)$ 、また事象 $A_i$ が起こった時に $B$ の起こる事後確率(条件付確率)を $P(B/A_i)$ とすると、

$$P(A_i, B) = P(A_i) \cdot P(B/A_i) = P(B) \cdot P(A_i/B)$$

$$P(A_i/B) = P(B/A_i) \cdot P(A_i) / P(B) \quad \dots (2.1) \text{式}$$

が成り立つ。炉定数調整法では、まず、ある核断面積セット $T$ が真値をとる確率を $P(T)$ 、臨界実験値 $Re$ が真値をとる確率を $P(Re)$ とおく。臨界実験から積分情報 $Re$ が得られたという条件のもとでの核断面積セット $T$ が真値をとる確率 $P(T/Re)$ を事後の予測確率と考える。

核断面積セット $T$ に対する共分散(真値からのばらつき)を $M$ とし、核断面積セットの真値を $To$ とすると、核断面積セット $T$ が真値をとる確率 $P(T)$ は、 $To$ のまわりに $M$ を分散とする正規分布をしていると期待される。(逆に、こうなるように共分散 $M$ を定義すると考えてもよい。) すなわち、

$$P(T) = P(To) \propto \exp[-(T - To)^2 M^{-1} / 2] \quad \dots (2.2) \text{式}$$

(2)式は、 $To$ と $T$ を置換しても同じである。つまり、ある核断面積セット $T$ が真値をとる確率 $P(T)$ は、真値 $To$ がある核断面積セット $T$ の周りに分布している確率 $P(To)$ と同じであることを意味する。以降は、真値 $To$ を変数(事象 $A_i$ )として考え、 $P(To)$ が最大となるように $To$ を最適化する。

また、実験値 $Re$ (事象 $B$ )の確率分布は、真値を $Reo$ とすると、実験誤差の共分散 $Ve$ を用いて同様に下式で表される。

$$P(Re) \propto \exp[-(Re - Reo)^2 Ve^{-1} / 2] \quad \dots (2.3) \text{式}$$

さらに、解析手法の共分散を $Vm$ とすると、核断面積セットの真値 $To$ が与えら

れた場合、解析値 $R_c(T_0)$ は実験値の真値 $Re_0$ の周りに分散 $V_m$ で分布する。したがって、実際の実験値 $Re$ の分布は $T_0$ が与えられた時、解析値 $R_c(T_0)$ の周りに分散 $V_e + V_m$ で分布する。

$$P(Re/T_0) \propto \exp[-(Re - R_c(T_0))^2 / (V_e + V_m)] \quad \dots (2.4) \text{式}$$

(2.1)式に、(2.2)、(2.3)、(2.4)式を代入すると、

$$P(T_0/Re) = P(Re/T_0) \cdot P(T_0) / P(Re) \\ = \text{Const} \times \exp(-J) / \exp[-(Re - Re_0)^2 / V_e - (Re - Re_0)^2 / 2] \quad \dots (2.5) \text{式}$$

$$\text{ここで、} J = (T - T_0)^2 M^{-1} (T - T_0) + (Re - R_c(T_0))^2 (V_e + V_m)^{-1} (Re - R_c(T_0)) \\ \dots (2.6) \text{式}$$

(2.5)式の分母には断面積に関わる項を含んでいないので、結局、実験値 $Re$ が与えられた条件の下で $P(T_0)$ を最大化するためには、関数 $J(T_0)$ を最小化すればよいことになる。具体的には、

$$dJ/dT_0 = 0 \quad \dots (2.7) \text{式}$$

となるような $T_0$ を求め、これを修正された核断面積 $T'$ (真値に対するもっとも確からしい推定値)とする。ここで、核特性の変化と断面積の変化を関係づける量として、感度係数 $G$ を導入する。感度係数 $G$ の定義は、ある核断面積 $\sigma$ 100%変化あたりの臨界実験体系のある核特性量 $R$ の相対変化 $(dR/R)/(d\sigma/\sigma)$ であるが、Taylor展開の2次以降を無視することにより以下の式で用いられる。

$$R_c(T_0) = R_c(T) + G(T_0 - T) \quad \dots (2.8) \text{式}$$

この関係を用いることにより、(2.6)式の関数 $J$ は核断面積 $T_0$ のみの関数になり微分可能となる。(2.8)式を(2.6)式に代入し、(2.7)式の演算を行って整理すると、炉定数調整後の核断面積セット $T'$ は、以下のように表される。

$$T' = T + MG'(GMG' + V_e + V_m)^{-1} (Re - R_c(T)) \quad \dots (2.9) \text{式}$$

また、炉定数調整後の核断面積セット $T'$ の誤差(共分散) $M'$ も、 $T' - T_0$ の分散を計算することにより下式になる。

$$M' = M - MG'(GMG' + V_e + V_m)^{-1} GM \quad \dots (2.10) \text{式}$$

核特性予測精度の内訳のなかで核断面積誤差による寄与は、炉定数調整前と調整後について各々、 $GMG'$ と $GM'G'$ として計算できる。

上記の(2.9)、(2.10)式が炉定数調整の基礎式であるが、これらの式から、以下のような炉定数調整法の重要な特徴が分かる。

- ① ある核特性のC/E値の改良に寄与するのは、(2.8)式と(2.9)式から分かるように、その核特性に対する感度が大きく、かつ、調整前の断面積誤差が大きい核種反応の断面積変化である。逆に言えば、仮にある核特性に大きな感度を有する核種反応であっても、断面積誤差が小さい場合は、その核種反応の断面積は動けないのでC/E値の改良に寄与しないことになる。すなわち、炉定数調整は、核断面積誤差の範囲内で断面積を動かすため、核データ評価側との矛盾は原理的に起き



にくいはずである。

② 炉定数調整法が有効であるためには、実験解析誤差( $V_e + V_m$ )の大きさが、断面積誤差に起因する核特性予測誤差( $GMG^l$ )と比べて小さいことが必要である。ただし、実験解析誤差が大きくても、(2.9)式と(2.10)式によれば $T'$ は $T$ に、 $M'$ は $M$ に戻るだけなので結果に悪影響を与えることはない。見方をかえれば、実験解析誤差が大きいC/E値に対しては、C/E値が1.0に近いことが真値に近いとは限らないため、炉定数調整では無理にそのC/E値を1.0に近づけることはしないということになる。

③ 炉定数調整法での核特性予測精度の向上は、断面積共分散の縮小( $M \rightarrow M'$ )によるが、(2.10)式によれば、C/E値の値は $M'$ の縮小には関係がない。仮に、調整前のC/E値がもともと1.00であったとしても、その核特性に感度があれば予測精度の向上が図れる。

④ (2.10)式の両辺に、右側と左側から各々 $G$ と $G^l$ を乗じて整理すると、次の式が得られる。

$$GM'G^l = GMG^l(GMG^l + V_e + V_m)^{-1}(V_e + V_m) \\ = (V_e + V_m) - (V_e + V_m)(GMG^l + V_e + V_m)^{-1}(V_e + V_m) \dots (2.11) \text{式}$$

この式から、炉定数調整後の核断面積による予測誤差の特徴が分かる。もし、調整前の $GMG^l$ が実験解析誤差( $V_e + V_m$ )より非常に大きいなら、調整後の $GM'G^l$ は、ほぼ( $V_e + V_m$ )になる。逆に、 $GMG^l$ が( $V_e + V_m$ )より非常に小さいなら、調整後の $GM'G^l$ は、調整前の $GMG^l$ からほとんど変化しない。また、 $GMG^l$ が( $V_e + V_m$ )とほぼ等しい大きさの場合は、 $GM'G^l$ は( $V_e + V_m$ )の約1/2になる。このように、炉定数調整による核特性予測精度の向上の程度は、基本炉定数の誤差と実験解析誤差の大きさの相対関係によって決まる。

## 2.3 炉定数調整結果の概要

ここでは、本研究で使用した大型炉用修正炉定数の概要をまとめる。これは、H3年度の原電共研として作成したものと積分データ等はほぼ同じであるが、感度係数を計算するSAGEPコードに一部不具合があり、反応度関連の感度係数が正しく計算されていなかったことが後ほど判明したため、動燃で感度係数のみを修正して調整計算をやり直したものである。ただし、一部の核種の断面積変化を除いてその影響は小さく、設計精度評価の観点からはほとんど原電共研で作成したものと違いはない。

### (1) 調整対象とした核断面積データ

#### a. 基本炉定数

本研究で調整の対象とした基本炉定数としては、評価済核データライブラリ

JENDL-2(3-3)を処理して作成された高速炉用70群炉定数セットJFS-3-J2(89)(3-4)を選定した。JFS-3-J2は、従来から、我が国のFBR炉物理研究および設計研究で核計算の標準炉定数として使用されてきたものである。

#### b. エネルギー群数

基本炉定数は70群構造であるが、JUPTER臨界実験などでは体系標準計算の群数としては18群に縮約して用いていること、また、炉定数調整のためには群数として70群はやや多すぎることから、ここでも18群の実効定数を調整の対象とすることとした。ここでは実効定数の調整幅は全て無限希釈断面積 $\sigma_{\infty}$ に対して反映し、自己遮蔽因子f-tableは変わらないものとしている。修正炉定数の使用の便宜のための後処理として、その18群の調整幅をエネルギーに対してスプライン・フィッティングで70群に展開し、基本炉定数と同じ構造で修正炉定数を作成した。これにより、修正炉定数は基本炉定数と全く同じ核計算コードシステムで用いることができる。

#### c. 核種・反応

調整の対象とした核種・反応は、FBRの炉心で重要なものをほぼ網羅するように選定した。すなわち、Pu239、Pu240、Pu241、U235、U238、C12、O16、Na23、Cr、Fe、Niの11核種の32反応、Pu239とU235の2核種の核分裂スペクトル $\chi$ 、およびPu239、Pu240、Pu241、Pu242、U235、U238の6核種の遅発中性子割合 $\beta$ である。ただし、制御棒価値で重要となる可能性のあるボロンについては、核データ評価側から、他の核種反応の基準として用いられており、また断面積誤差も小さいので調整しない方がよいとのコメントがあったため、除外した。また、非弾性散乱については、数値的に検討した上、最終的に散乱マトリックスの要素ごとには調整はせず、全断面積で調整することとした。調整した核種・反応の一覧を、表2.1に示す。

### (2) 共分散データ

炉定数調整を行うためには、調整対象の全核種・反応の断面積について、共分散データが必要である。過去に米国では当時のENDFライブラリの一部の核種に対して共分散を評価した例(3-1~2)があるが、現在のJENDLには共分散ファイルが整備されていないため、原研核データセンターの協力の下に、18群ベースの共分散データを新たに評価し整備した(3-5)。

#### a. 誤差

断面積の誤差(variance)については、基本的に、JENDL-2の周りの核断面積測定値のバラツキから評価した。

$$\text{variance} \approx [\sum w(\sigma_{\text{exp}} - \sigma_{\text{J2}})^2 / \sigma_{\text{J2}}^2] / \sum w \quad \dots (2.12)\text{式}$$

ここで、

- w : 重み(核断面積測定誤差の2乗)
- $\sigma_{\text{exp}}$  : 核断面積実験値
- $\sigma_{\text{J2}}$  : JENDL-2の値

## b. 相関

断面積の相関(非対角項)の評価については、以下の方針をとった。(a)核データの評価方法毎にエネルギー領域を分類する、(b)対角項から離れるにつれて、相関を弱くする、(c)隣接したエネルギー領域は滑らかな相関を付ける。

ただし、これら共分散のデータ値は必ずしも確定したものとせず、炉定数調整の結果、核データ評価側から見て不合理な結果となった場合は、一部微調整を行うこととした。表2.2に、Pu239 fission反応の共分散データを例として示す。

## (3) 積分データと感度係数

### a. C/E値

本研究では、各種のサーベイ検討の結果として最終的に、最新のJUPITER臨界実験解析結果(4.3~5)から、合計82個のC/E値を炉定数調整用のデータとして採用した。表2.3に、データを採用した7つのZPPR炉心の概要と主要なC/E値を示す。炉心サイズとしては、60~100万kW<sub>e</sub>級の大きさをカバーしており、炉心型式は、均質炉心の他に径非均質炉心と軸非均質炉心を扱い、また、制御棒については、Naチャンネル(CRP)と制御棒(CR)の様々な組合せを含んでいる。核特性としては、臨界性、反応率比、反応率分布、制御棒価値、Naボイド反応度を用いた。

表2.3から、JFS-3-J2によるJUPITER実験のC/E値の特徴が以下のようにまとめられる。

- 臨界性については、全体的にやや過小評価であるが、0.994から0.998まで、炉心型式による依存性がみられる。
- C28/F49の反応率比は、4~6%の過大評価である。
- 反応率分布に、3~6%の径方向依存性が見られる。
- 制御棒価値は、全般に過小評価であり、5~12%の径方向依存性がある。
- Naボイド反応度は、20~30%の過大評価である。

### b. 実験解析誤差

表2.4に今回設定した実験解析誤差の値を示す。実験誤差については、基本的にANL評価値を用いた。実験誤差間の相関係数については、各誤差の内訳を分析して、系統誤差分を相関成分とみなした。解析誤差については、評価が非常に難しいが、本研究ではJUPITER解析の結果を活用し、各種補正值(輸送、メッシュ、セルモデルなどの差)をもとに、これらの補正值の約1/2を誤差とみなした。これは、解析モデルの選択により計算値が大きく動く核特性は解析誤差も大きいであろうとの一種の感度解析的な考察に基づいている。この方法により、少なくとも各核特性間の解析誤差の相対関係は保持されると考えられる。また、解析誤差の

相関については、炉心間の違い、炉心内の空間的位置関係などを勘案して、相関の大きさを数種に分類して設定した。

#### c. 感度係数

感度係数の計算には、大阪大学が開発した一般化摂動理論(2-1~8)に基づくSAGEPコード(2-9)に、核分裂スペクトルおよび遅発中性子の感度係数計算機能を新たに付加して使用した。図2.2~4に、感度係数の例を示すが、これらの図から以下のような特徴が分かる。

- FBR炉心に大量にあるU238、Pu239、O、Fe、Naなどの感度が大きい。
- U238 capture反応の500eV~100keV領域の断面積が低減することにより、C/E値の径方向依存性、C28/F49の過大評価、臨界性の過小評価を改善できる。
- Naボイド反応度に対しては、Naの巨大共鳴ピークに対応する数keV付近でのPu239 fission反応、U238 capture反応の感度が特に大きい。

#### (4) 炉定数調整の結果

炉定数の調整計算は、2.2節の基礎式を組み込んだABLEコード(1-43)を用いて行った。

##### a. C/E値とGMGの変化

表2.5と図2.5~7に、主要なC/E値の炉定数調整による変化を示す。

- 臨界性のC/E値はほぼ1.0となり、炉心型式への依存性は解消した。
- C28/F49反応率比の過大評価が改善された。
- C/E値の径方向依存性は、F49分布・制御棒値ともほぼ消滅した。
- Naボイド反応度のC/E値は、10%程度改善したがまだ過大評価の傾向がある。
- 核断面積誤差による核特性予測誤差(GMG)は、炉定数調整により非常に小さくなった。

##### b. 核断面積の変化

表2.6と図2.8~12に、主要な核種反応核断面積の炉定数調整による変化を示す。これらの図は原研核データセンターにプロットしていただいたものであり、JENDL-3による核断面積との比較も示してある。

- U238のcapture断面積は、100eV~200keVで2~6%減少し、JENDL-2および3より小さい。30keV以上ではJENDL-3とよく一致している。
- Pu239のfission断面積は、100keV~1MeVで2~3%減少し、2keV以上ではJENDL-3ともよく一致している。しかし、Naボイド反応度の過大評価解消に対応する1keV付近での6~7%の増加は、核データ評価側から問題があるとされている。
- U238のinelastic断面積は、1MeV以上で4~8%減少した。これはJENDL-3の方向と逆であり、核データ評価側から問題があると指摘された。(inelastic断面積については、本来レベル毎の調整を行うことが望ましいが、今回は共分散がレベル

別には評価できなかつた。)

- U235 の fission 断面積は、10keV~1MeV で2~4%減少し、10keV 以上では JENDL-3 とよく一致した。しかし、200eV~10keV では JENDL-3 より約5%大きい。

- Pu239 の fission spectrum は、やや硬くなる方向である。

- 遅発中性子割合は、Tuttle(79) のデータから0.5~1.2%減少した。これは、従来 ANL 解析などとの比較で数%大きいと指摘されていたことと整合する。

#### c. 共分散マトリックスの変化

表2.7にPu239 fission 反応の調整後の共分散を示す。これを表2.2に示した調整前の共分散と比較すると以下のことが分かる。

- 核特性に感度が大きいエネルギー領域では、対角成分がかなり小さくなっている。

- 同時に、相関係数が負の方向に動いているが、これは(2.10)式から予想されたものである。

すなわち、炉定数調整による核特性予測精度GM'Gの向上は、断面積の標準偏差(対角成分)の減少と負の相関の相乗効果であると考えられる。

## 2.4 修正炉定数の適用性評価

作成した修正炉定数の信頼性と適用性を確認するため、以下のような複数の面からの検討を行った。

### (1) 核データ評価からの妥当性

本研究の基本的立場は、核データの不確かさ幅の範囲内で炉定数を修正し、核特性予測精度を高めることである。このため、作成した炉定数について核データセンタの協力の基に核データとしての観点から詳細なチェックを行った(3-5)。この結果、前節で述べたように、U238のinelastic反応など一部の断面積には改良の余地があるが、全般的には大きな異常は見られず妥当なものと判断された。

### (2) 国際ベンチマーク体系への適用性

炉定数の開発において、従来から原研で行っている国際ベンチマーク体系への適用性評価を、修正炉定数についても原研原子炉工学部に実施していただいた(4-6)。これは、炉定数調整に用いていない炉心に対する修正炉定数の適用性を判断する目的である。ベンチマーク炉心の概要を表2.8に示すが、BNLのCSEWGが編集したベンチマーク問題(4-1~2)に、MZA、MZB、FCAを追加したものである。主要な結果を図2.13~16に示す。

- Pu炉心のkeffについては、極端に小さい炉心を除いて、JENDL-2から改善されている。

- Pu炉心の反応率比の中で、C28/F49については、大きな炉心に対して改善がみられた。また、F49/F25についてはJENDL-3の結果に非常に近くなった。
- U炉心の $k_{eff}$ については、過小評価であるが、炉心間のばらつきは小さい。

### (3) 統計学的な検定

今回設定した炉定数調整データに対して、 $\chi^2$ 検定を実施したところ、 $\chi^2$ 値と自由度(ここでは積分核特性の数)の比は0.47となった。統計学的には、この比が1を大きく超えていれば問題があるとされている。今回の炉定数調整データは1よりやや小さいので誤差設定が少し保守的であったとも考えられるが、特に統計学的な異常または不公正はないと判断できる。

### (4) 感度係数法の適用性

修正炉定数を直接ZPPR炉心に適用し、感度係数による予測結果と比較した。これは本研究で使用した感度係数法が妥当であることを確認するためであるが、両者は良く一致した。

### (5) 誤差データ設定の任意性の影響

炉定数調整に必要なデータの中で、実験解析誤差や断面積誤差の設定においては、現状では、ある程度の任意性は避けることができない。この誤差データの不確かさの影響を把握するために、パラメータサーベイを行った。表2.9(1)~(2)に結果の一部を示す。

炉定数調整の基礎式からわかるように、炉定数調整においては各種の誤差は入力データの一部であり、その設定の変更をランダムに行えば、調整結果がこれに応じて左右されるのは明らかである。しかし、ここで行ったサーベイでは、核断面積誤差または実験解析誤差の絶対値に対して、一律にファクターを乗じた場合には、その炉定数調整結果への影響はむしろ小さいことが判明した。すなわち、各種誤差データの設定においては、その絶対値を定量的に決定するのは極めて難しいが、誤差の評価において一貫した方法を採用し、その相対的な関係が表現できるようにデータ間の整合性を保持しておくことにより、炉定数調整結果への影響はある程度排除できるのではないかと考えられる。

表2.1 炉定数調整の対象とした核種・反応

核種 \ 反応	capture	fission	$\nu$	elastic	inelastic	$\mu$	$\chi$	$\beta$
U235	◎	◎	◎	-	△	-	◎	△
U238	○	◎	◎	◎	◎	○	-	△
Pu239	◎	◎	◎	-	△	○	◎	△
Pu240	○	-	◎	-	-	-	-	△
Pu241	△	○	◎	-	-	-	-	△
Pu242	-	-	-	-	-	-	-	△
C12	△			-	-	-		
O16	-			○	○	○		
Na23	○			○	-	○		
Cr	-			-	-	○		
Fe	○			○	-	○		
Ni	-			-	-	○		

(共分散の設定)

△ : 対角成分のみ


○ : 対角成分とエネルギー群間の相関

◎ : 対角成分、エネルギー群間および他核種との相関

- : 調整対象とせず

表2.2 Pu239 fission反応の共分散データ


Energy group	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1 (10.0 MeV~)	1.0	0.7	0.65	0.6	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2 (6.07 MeV~)	0.7	1.0	0.75	0.7	0.2	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3 (3.68 MeV~)	0.65	0.75	1.0	0.75	0.3	0.2	0.1	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4 (2.23 MeV~)	0.6	0.7	0.75	1.0	0.7	0.3	0.2	0.2	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5 (1.35 MeV~)	0.1	0.2	0.3	0.7	1.0	0.8	0.7	0.6	0.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6 (821 keV~)	0	0.1	0.2	0.3	0.8	1.0	0.8	0.7	0.6	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7 (288 keV~)	0	0	0.1	0.2	0.7	0.8	1.0	0.8	0.7	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8 (183 keV~)	0	0	0.1	0.2	0.6	0.7	0.8	1.0	0.8	0.1	0.1	0	0	0	0	0	0	0
9 (86.5 keV~)	0	0	0	0.1	0.5	0.6	0.7	0.8	1.0	0.5	0.3	0.1	0	0	0	0	0	0
10 (40.9 keV~)	0	0	0	0	0	0	0	0.1	0.5	1.0	0.5	0.3	0.1	0	0	0	0	0
11 (19.3 keV~)	0	0	0	0	0	0	0	0.1	0.3	0.5	1.0	0.5	0.3	0.1	0	0	0	0
12 (9.12 keV~)	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1	0.3	0.5	1.0	0.5	0.3	0.1	0	0	0
13 (4.31 keV~)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1	0.3	0.5	1.0	0.5	0.3	0.1	0.1	0
14 (2.04 keV~)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1	0.3	0.5	1.0	0.5	0.3	0.2	0.1
15 (961 eV~)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1	0.3	0.5	1.0	0.5	0.3	0.2
16 (454 eV~)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1	0.3	0.5	1.0	0.5	0.3
17 (214 eV~)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1	0.2	0.3	0.5	1.0	0.5
18 (101 eV~)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1	0.2	0.3	0.5	1.0
Standard deviation(%)	5.0	2.0	2.0	2.0	3.2	6.3	6.5	7.7	7.7	3.0	3.0	3.0	2.0	6.0	6.0	4.0	4.0	4.0



(Smoothed cross-section region)



(Un-resolved region)



(Resolved region)



表2.3 炉定数調整に用いたJUPITER体系の主要なC/E値

ZPPR 炉心		9	10A	10B	10C	13A	17A	19B
炉心サイズ (MWe-class)		600	600	600	800	650	650	1000
炉心型式		均質	均質	均質	均質	径非均質	軸非均質	均質
制御棒/CRPの数		0/0	0/19	7/12	0/19	0/0	0/0	0/24
炉定数調整に用いた 積分データの数		19	10	6	9	5	24	9
主要 C/E 値	実効増倍率	0.9940	0.9933	0.9947	0.9931	0.9982	0.9966	0.9959
	反応率比 (F28/F49)	0.972	0.978	0.993	0.986	-	1.003	1.004
	(F25/F49)	1.015	1.030	1.027	1.033	1.021	1.017	1.026
	(C28/F49)	1.055	1.057	1.062	1.060	1.042	1.039	1.046
	反応率分布 (F49外側炉心部)	1.037	1.034	1.029	1.029	-	1.048	1.056
	制御棒価値 (最内層)	0.918	0.951	-	0.951	-	0.883	0.884
	(最外層)	0.990	0.998	-	0.999	-	-	0.991
Naボイド反応度 (炉心部)	1.21~1.36	-	-	-	-	-	1.31	-

表2.4 JUPITER実験解析の誤差データ

(1 $\sigma$  level)

積分核特性	実験誤差	解析誤差
実効増倍率	0.04%	0.31%
反応率比 C28/F49, F25/F49 F28/F49 F41/F25 (B-B chamber)	2.2% 2.5% 2.0%	1.0% 2.0% 2.0%
反応率分布 [炉心] F49 F28 [径ブランケット] F49 F28	1.0% 2.5% 1.0~1.3% 4.0~10.0%	1.0~2.1% 1.4~3.4% 2.5% 5.2%
制御棒価値 絶対値 相対値	1.2% 0.6%	2.4% 1.5%
Naボイド反応度	2.0~4.0%	9.0%

表2.5 炉定数調整による主要なC/E値の変化

積分核特性 (ZPPR-9 炉心)	C/E 値		核断面積誤差による 核特性予測誤差 (1 $\sigma$ , %)	
	炉定数調整前	炉定数調整後	調整前 (GMG <sup>t</sup> )	調整後 (GM'G <sup>t</sup> )
実効増倍率	0.994	1.001	2.5	0.3
反応率比				
● F25/F49	1.015	0.992	4.9	1.4
● C28/F49	1.055	1.016	5.8	1.4
● F28/F49	0.972	0.981	7.7	2.2
反応率分布				
● F49、外側炉心部	1.037	0.987	2.3	0.5
制御棒価値				
● 最内層	0.918	0.991	5.3	1.7
● 最外層	0.990	1.010	2.5	0.6
Naボイド反応度				
● 小領域ボイド	1.21	1.13	7.1	3.6
● 広領域ボイド	1.36	1.23	8.8	4.3


表2.6 炉定数調整による主要な断面積の変化

(Unit : %)

Energy Group	Pu239 $\chi$	Pu239 fission	U238 fission	U238 capture	U238 inelastic	U235 fission	Na elastic
1 (10.0 MeV~)	2.5	-0.1	-0.2	0.8	-4.4	-0.6	-0.0
2 (6.07 MeV~)	1.2	-0.1	-0.2	2.0	-7.8	-0.6	-0.1
3 (3.68 MeV~)	0.5	-0.3	-0.2	2.1	-6.1	-0.6	-0.2
4 (2.23 MeV~)	-0.2	-0.4	-3.2	2.5	-7.9	-1.0	-0.5
5 (1.35 MeV~)	-0.5	-1.3	-4.2	1.4	-4.6	-1.6	-0.8
6 (821 keV~)	-0.7	-2.7	-1.2	-0.5	-3.1	-3.5	-1.2
7 (388 keV~)	-0.9	-2.5	-2.4	-1.3	-2.3	-3.0	-1.5
8 (183 keV~)	-0.9	-1.8	-3.6	-3.5	-1.5	-3.1	-1.7
9 (86.5 keV~)	-0.9	-0.6	-3.4	-5.8	-1.0	-3.1	-2.9
10 (40.9 keV~)	-0.9	1.1	-3.2	-2.1	0.0	-1.7	-1.7
11 (19.3 keV~)	-	1.6	-2.1	-2.6	0.0	-1.5	-0.4
12 (9.12 keV~)	-	1.8	-1.6	-3.4	0.0	-2.2	0.6
13 (4.31 keV~)	-	1.4	-0.2	-3.3	0.0	-1.2	1.2
14 (2.04 keV~)	-	6.8	-3.3	-4.5	0.0	0.6	1.2
15 (961 eV~)	-	6.3	-9.9	-4.1	0.0	1.4	0.6
16 (454 eV~)	-	3.8	-0.0	-2.9	0.0	0.6	0.3
17 (214 eV~)	-	2.8	-0.1	-2.0	0.0	0.2	0.2
18 (101 eV~)	-	2.2	-0.4	-0.4	0.0	-0.1	0.1
$\beta_{eff}$ (Tuttle, Saphier)	-	-0.5	-1.2	-	-	-1.0	-

表2.7 炉定数調整後のPu239 fission反応の共分散データ

Energy group	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1 (10.0 MeV~)	1.0	0.69	0.65	0.61	0.06	-0.10	-0.10	-0.09	0.06	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	-0.00
2 (6.07 MeV~)	0.69	1.0	0.74	0.70	0.17	0.01	-0.17	-0.15	0.10	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	-0.00
3 (3.68 MeV~)	0.65	0.74	1.0	0.73	0.21	0.05	-0.13	-0.10	-0.23	0.01	0.01	0.02	0.02	0.03	0.03	0.02	0.01	-0.00
4 (2.23 MeV~)	0.61	0.70	0.73	1.0	0.74	0.04	-0.16	-0.12	-0.23	-0.01	0.00	0.02	0.03	0.04	0.04	0.03	0.01	-0.01
5 (1.35 MeV~)	0.06	0.17	0.21	0.74	1.0	0.47	0.16	-0.08	-0.19	-0.14	-0.09	-0.01	0.04	0.05	0.07	0.05	0.03	0.01
6 (821 keV~)	-0.10	0.01	0.05	0.04	0.47	1.0	0.35	0.06	-0.09	-0.21	-0.15	-0.05	0.01	0.04	0.06	0.06	0.04	0.03
7 (388 keV~)	-0.10	-0.17	-0.13	-0.16	0.16	0.35	1.0	0.29	0.09	-0.28	-0.20	-0.08	-0.01	0.01	0.04	0.04	0.04	0.04
8 (183 keV~)	-0.09	-0.15	-0.10	-0.12	-0.08	0.06	0.29	1.0	0.37	-0.13	-0.06	-0.13	-0.06	-0.05	-0.01	0.02	0.03	0.07
9 (86.5 keV~)	-0.06	-0.10	-0.23	-0.23	-0.19	-0.09	0.08	0.37	1.0	0.57	0.27	0.02	-0.10	-0.11	-0.06	-0.01	0.02	0.08
10 (40.9 keV~)	0.01	0.01	0.01	-0.01	-0.14	-0.21	-0.28	-0.13	0.57	1.0	0.44	0.24	0.03	-0.10	-0.08	-0.05	-0.01	0.04
11 (19.3 keV~)	0.01	0.01	0.01	0.01	-0.09	-0.15	-0.20	-0.06	0.27	0.44	1.0	0.46	0.24	0.00	-0.09	-0.05	-0.01	0.05
12 (9.12 keV~)	0.01	0.01	0.02	0.02	-0.01	-0.05	-0.08	-0.13	0.02	0.24	0.46	1.0	0.46	0.22	0.01	-0.07	-0.02	0.03
13 (4.31 keV~)	0.01	0.02	0.02	0.03	0.04	0.01	-0.01	-0.06	-0.10	0.03	0.24	0.46	1.0	0.44	0.22	0.03	0.07	0.02
14 (2.04 keV~)	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.04	0.01	-0.05	-0.11	-0.10	0.00	0.22	0.44	1.0	0.39	0.19	0.13	0.08
15 (961 eV~)	0.01	0.02	0.03	0.04	0.07	0.06	0.04	-0.01	-0.06	-0.08	-0.09	0.01	0.22	0.39	1.0	0.41	0.21	0.14
16 (454 eV~)	0.01	0.02	0.02	0.03	0.05	0.06	0.04	0.02	-0.01	-0.05	-0.05	-0.07	0.03	0.19	0.41	1.0	0.42	0.21
17 (214 eV~)	0.00	0.01	0.01	0.01	0.03	0.04	0.04	0.03	0.02	-0.01	-0.01	-0.02	0.07	0.13	0.21	0.42	1.0	0.37
18 (101 eV~)	-0.00	-0.00	-0.00	-0.01	0.01	0.03	0.04	0.07	0.08	0.04	0.05	0.03	0.02	0.08	0.14	0.21	0.37	1.0
Standard deviation(%)	4.96	1.97	1.93	1.85	2.02	3.61	3.37	4.04	4.41	2.82	2.83	2.88	1.90	5.41	5.40	3.64	3.63	3.01



(Smoothed cross-section region)

(Un-resolved region)

(Resolved region)

表2.8 国際ベンチマーク体系の炉心仕様

Assembly	Fuel	Volume (liter)	N8/N9 <sup>*1)</sup>	Assembly	Fuel	Volume (liter)	N8/N5 <sup>*1)</sup>
VERA-11A	Pu	12	0.05	VERA-1B	U	30	0.07
ZEBRA-3	Pu	56	8.5	ZPR-3-6F	U	50	1.1
SNEAK-7A	Pu	97	3.0	ZPR-3-12	U	100	3.8
ZPR-3-54	Pu	190	1.6	ZPR-3-11	U	130	7.5
FCA-V-2 <sup>*2)</sup>	Pu + U	200	2.3	ZEBRA-2	U	390	6.2
ZPR-3-53	Pu	220	1.6	ZPR-6-6A	U	3700	5.0
SNEAK-7B	Pu	280	7.0				
ZPR-3-50	Pu	340	4.5				
ZPR-3-48	Pu	390	4.5				
ZPR-3-49	Pu	450	4.5				
MZA <sup>*2)</sup>	Pu	570	3.9				
ZPR-3-56B	Pu	610	4.5				
MZB <sup>*2)</sup>	Pu	1780	5.8				
ZPPR-2	Pu	2400	5.5				
ZPR-6-7	Pu	2870	6.5				

\*1) N8/N9 or N8/N5 shows the atomic number density ratio of U238 to Pu239 or U235.

\*2) Added by JAERI.

表2.9(1) 誤差設定の任意性による炉定数調整への影響(1) (C/E値変化)

積分核特性 (ZPPR-9 炉心)	炉定数 調整前	炉定数調整後		
		参照ケース (83 C/Es)	核断面積誤差 ×1.6	解析誤差 ×2
実効増倍率	0.994	1.001	1.001	1.002
反応率比				
● F25/F49	1.015	0.992	0.989	0.998
● C28/F49	1.055	1.015	1.013	1.012
● F28/F49	0.972	0.984	0.983	0.980
反応率分布				
● F49、外側炉心部	1.037	0.988	0.986	0.991
制御棒価値				
● 最内層	0.918	0.991	0.993	0.985
● 最外層	0.990	1.011	1.011	1.011
Naボイド反応度				
● 小領域ボイド	1.21	1.13	1.11	1.20
● 広領域ボイド	1.36	1.24	1.20	1.34

表2.9(2) 誤差設定の任意性による炉定数調整への影響(2) (核断面積変化) (Unit: %)

エネルギー群	Pu239 fission			U238 capture		
	参照ケース (83 C/Es)	核断面積 誤差 × 1.6	解析誤差 × 2	参照ケース (83 C/Es)	核断面積 誤差 × 1.6	解析誤差 × 2
1 (10.0 MeV~)	-0.3	0.1	-0.5	0.4	0.8	0.8
2 (6.07 MeV~)	-0.2	-0.1	-0.3	0.9	1.7	2.1
3 (3.68 MeV~)	-0.4	-0.2	-0.5	0.8	1.8	2.1
4 (2.23 MeV~)	-0.6	-0.4	-0.8	0.4	1.7	2.4
5 (1.35 MeV~)	-1.8	-1.7	-2.3	-0.2	0.8	1.2
6 (821 keV~)	-3.4	-3.1	-4.7	-2.4	-0.8	-1.1
7 (388 keV~)	-3.2	-3.0	-4.6	-2.4	-1.3	-1.8
8 (183 keV~)	-2.6	-2.2	-4.6	-4.8	-3.0	-4.4
9 (86.5 keV~)	-1.1	-0.9	-3.7	-6.5	-4.2	-6.9
10 (40.9 keV~)	1.2	1.3	0.4	-1.9	-1.6	-2.4
11 (19.3 keV~)	1.8	2.2	0.5	-2.3	-2.2	-2.8
12 (9.12 keV~)	2.0	2.6	0.5	-3.0	-3.0	-3.5
13 (4.31 keV~)	1.6	2.1	0.4	-2.9	-3.1	-3.3
14 (2.04 keV~)	7.5	9.8	2.3	-4.4	-5.1	-4.7
15 (961 eV~)	7.2	9.0	2.6	-4.2	-4.9	-4.3
16 (454 eV~)	4.4	5.5	2.0	-3.0	-3.5	-3.0
17 (214 eV~)	3.2	3.9	1.6	-2.0	-2.3	-1.9
18 (101 eV~)	2.4	2.9	1.7	-0.4	-0.4	-0.4
$\beta_{eff}$ (Tuttle, Saphier)	-0.4	-0.3	-0.1	-	-	-



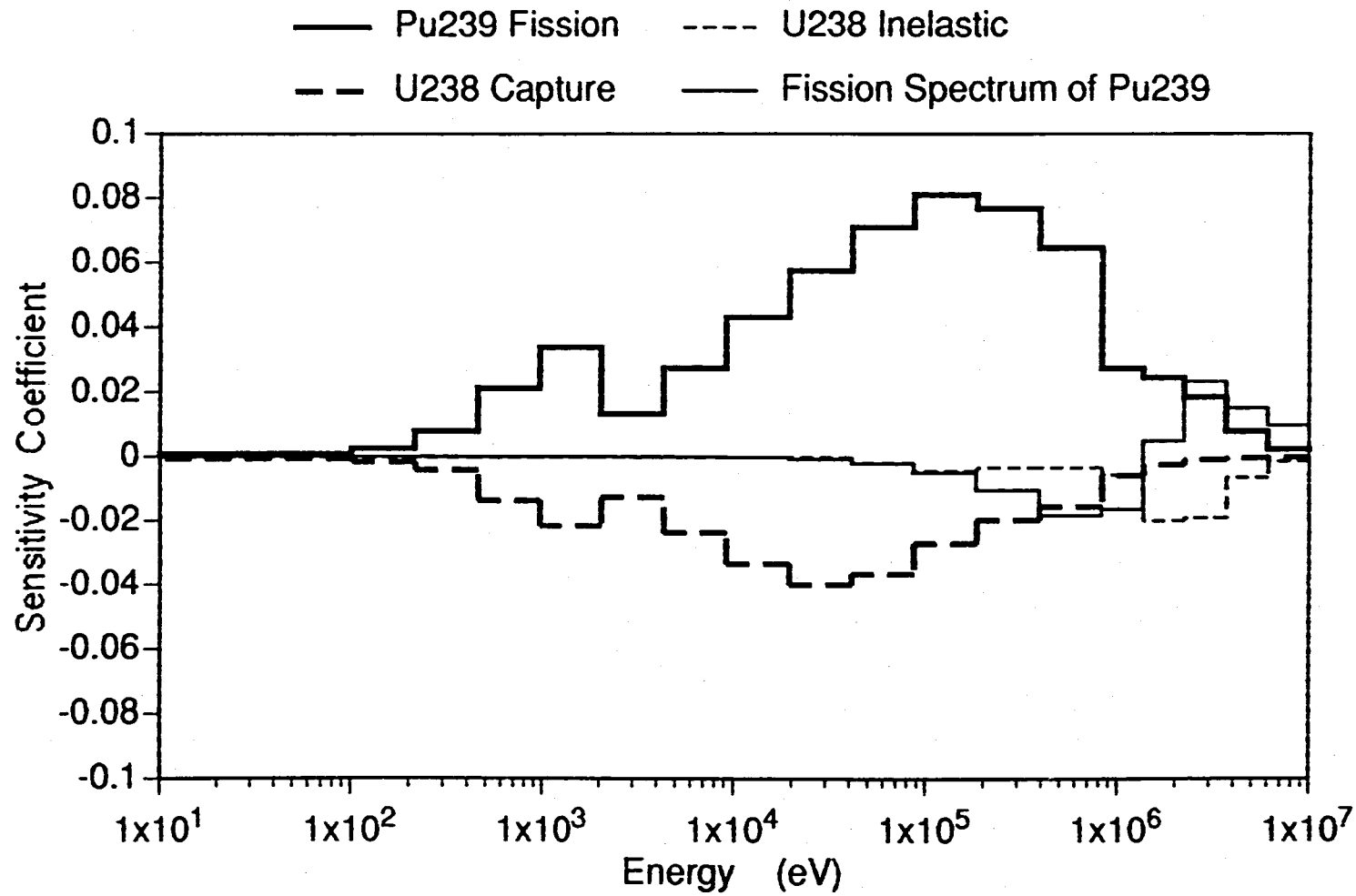


図 2.1 (1) 実効増倍率の感度係数 (ZPPR-9炉心)

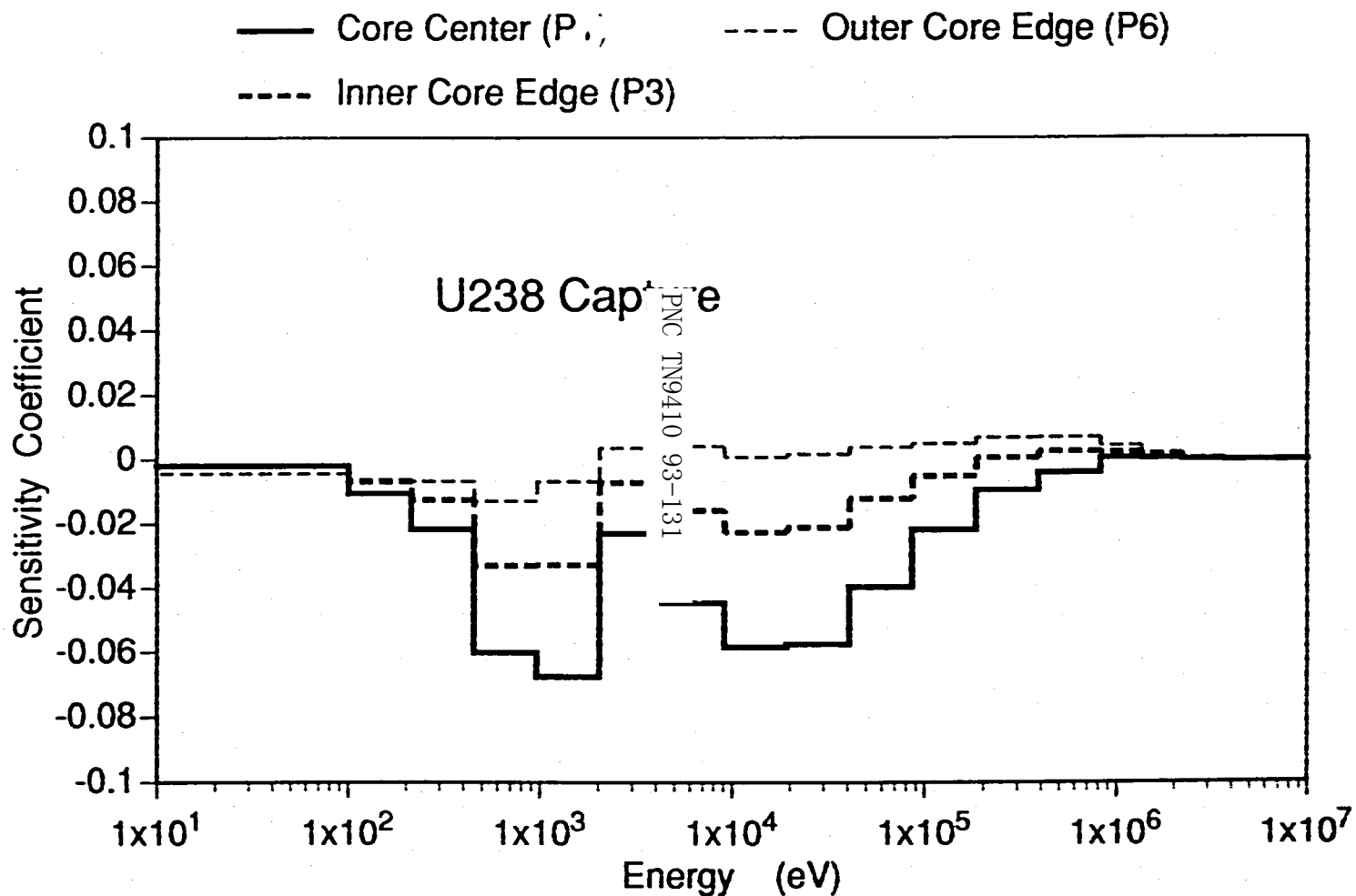


図 2.1 (2) 制御棒価値の感度係数 (ZPPR-9炉心)

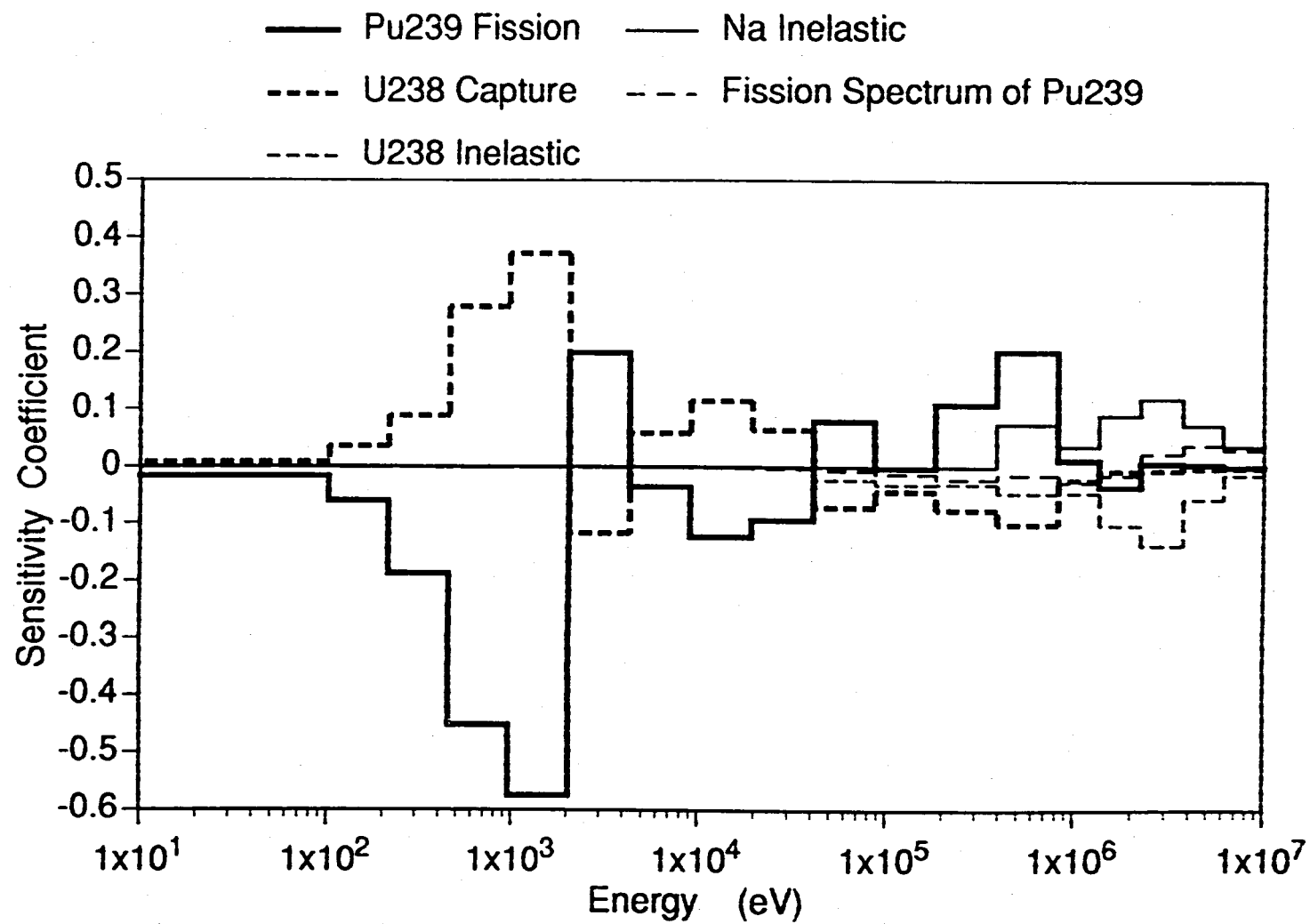


図2.1 (3) Naボイド反応度の感度係数 (ZPPR-9炉心)

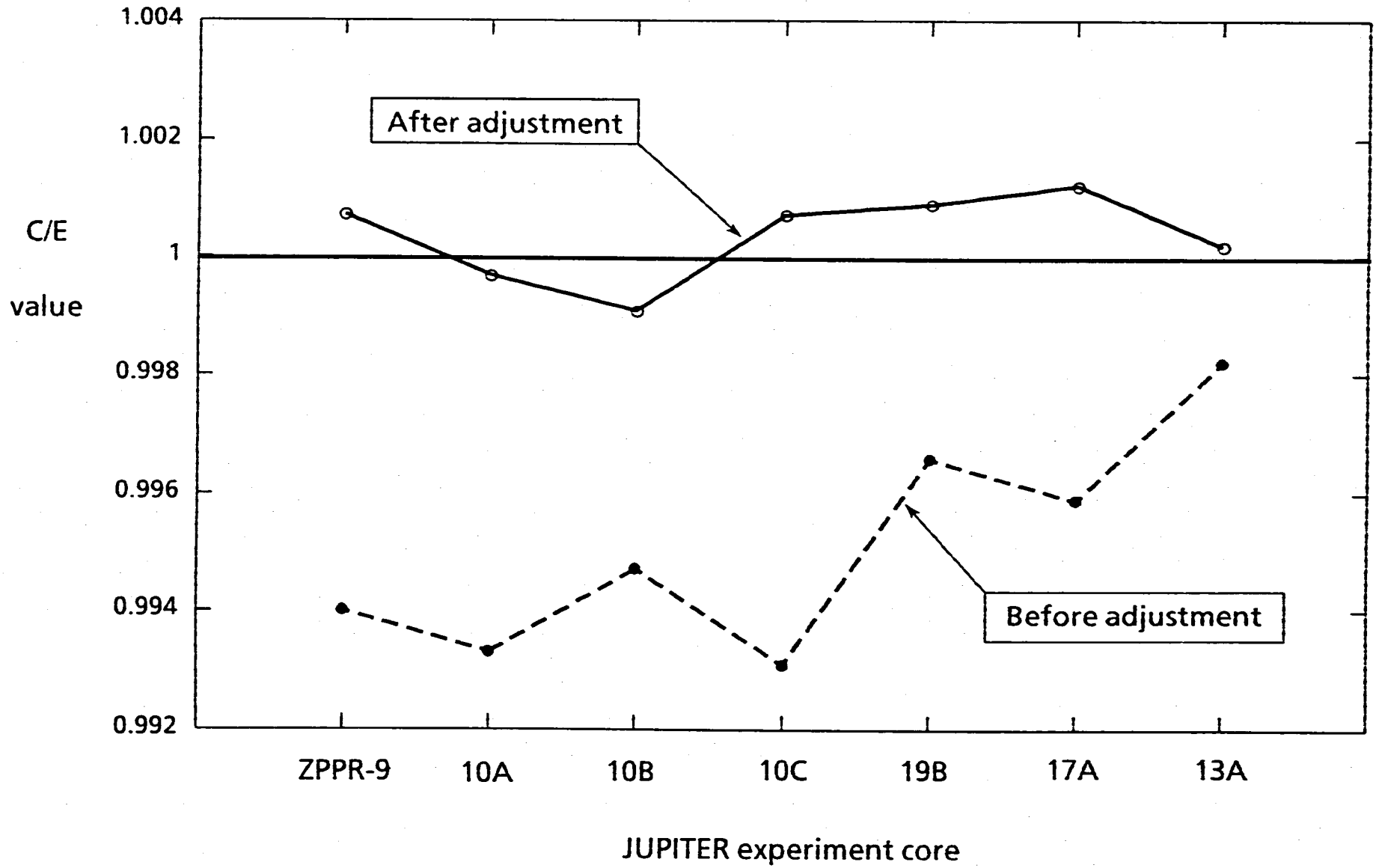


図2.2(1) 炉定数調整によるC/E値の変化(1) (実効増倍率)

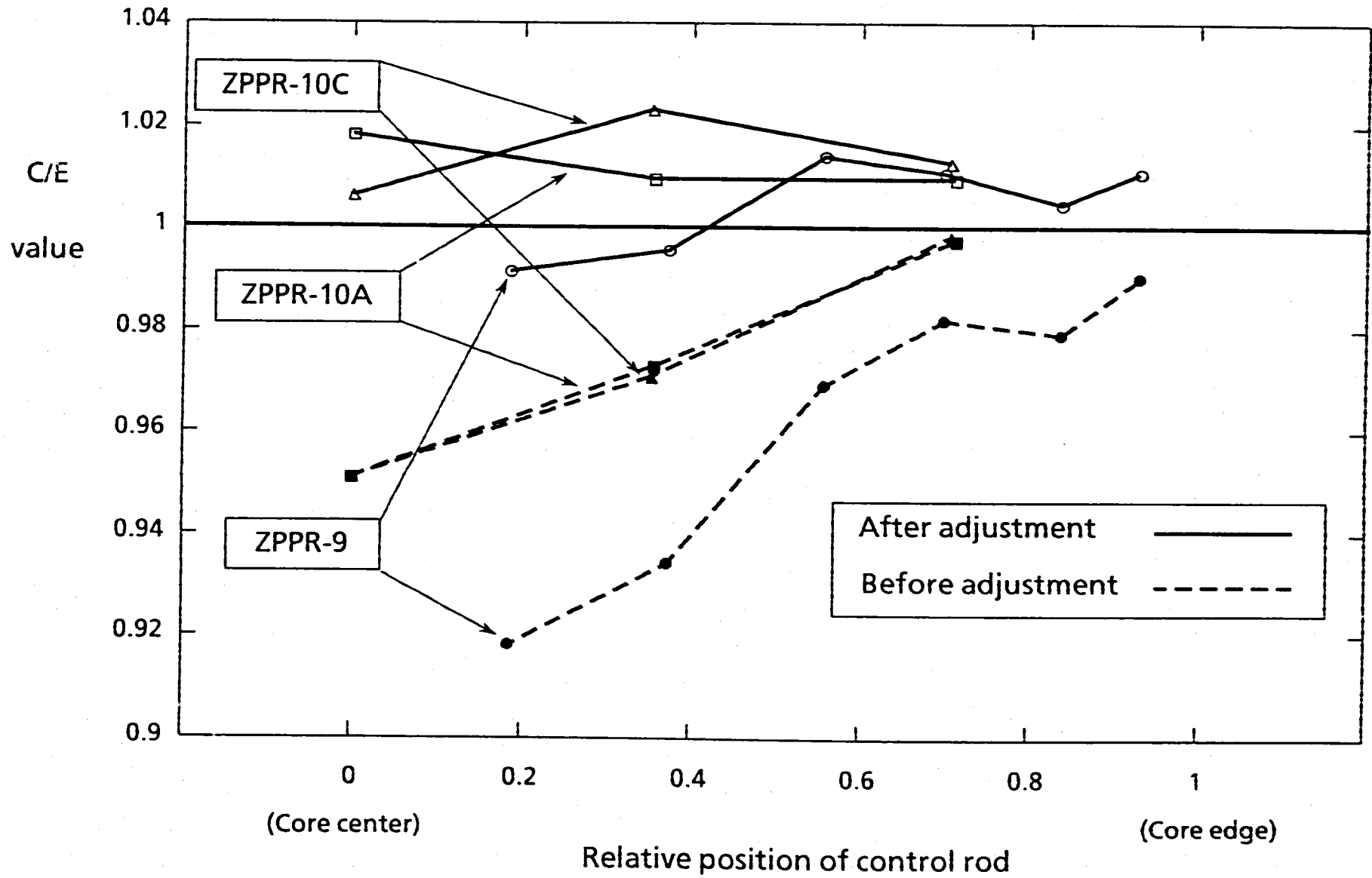


図2.2(2) 炉定数調整によるC/E値の変化(2) (制御棒価値)

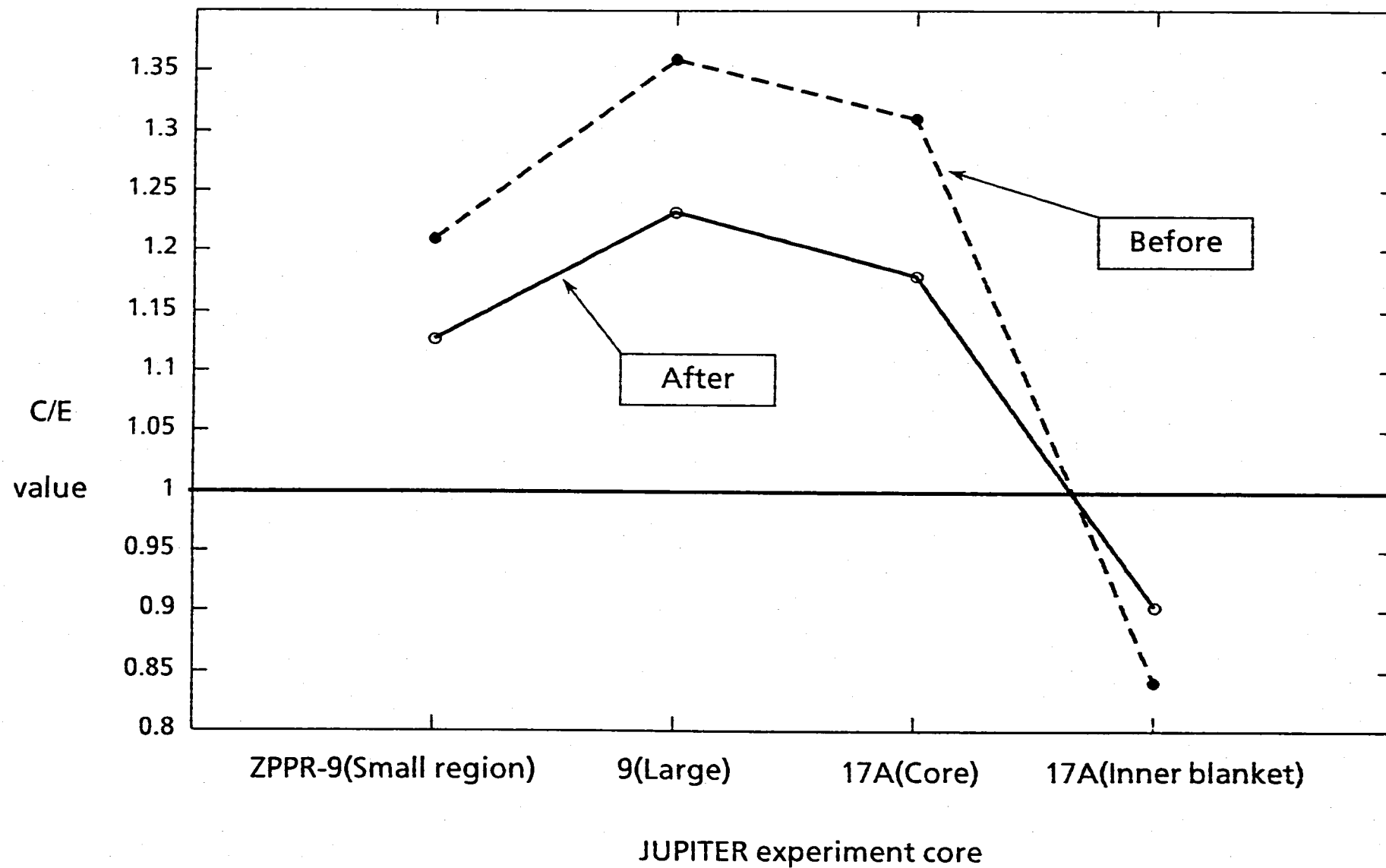


図2.2(3) 炉定数調整によるC/E値の変化(3) (Naボイド反応度)

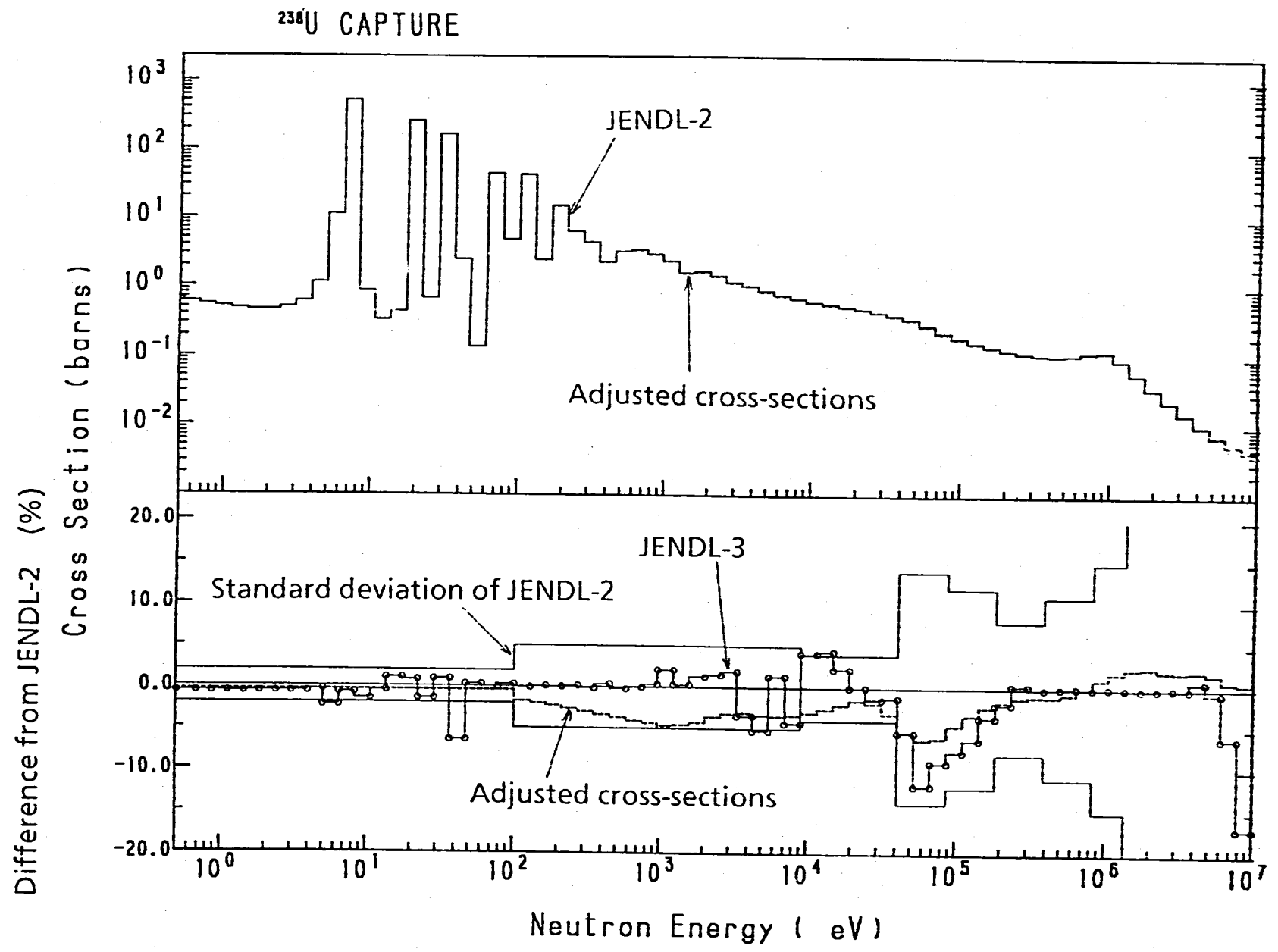


図2.3(1) 炉定数調整による核断面積の変化 (1) U238 Capture

(※原研核データセンターによるプロット)

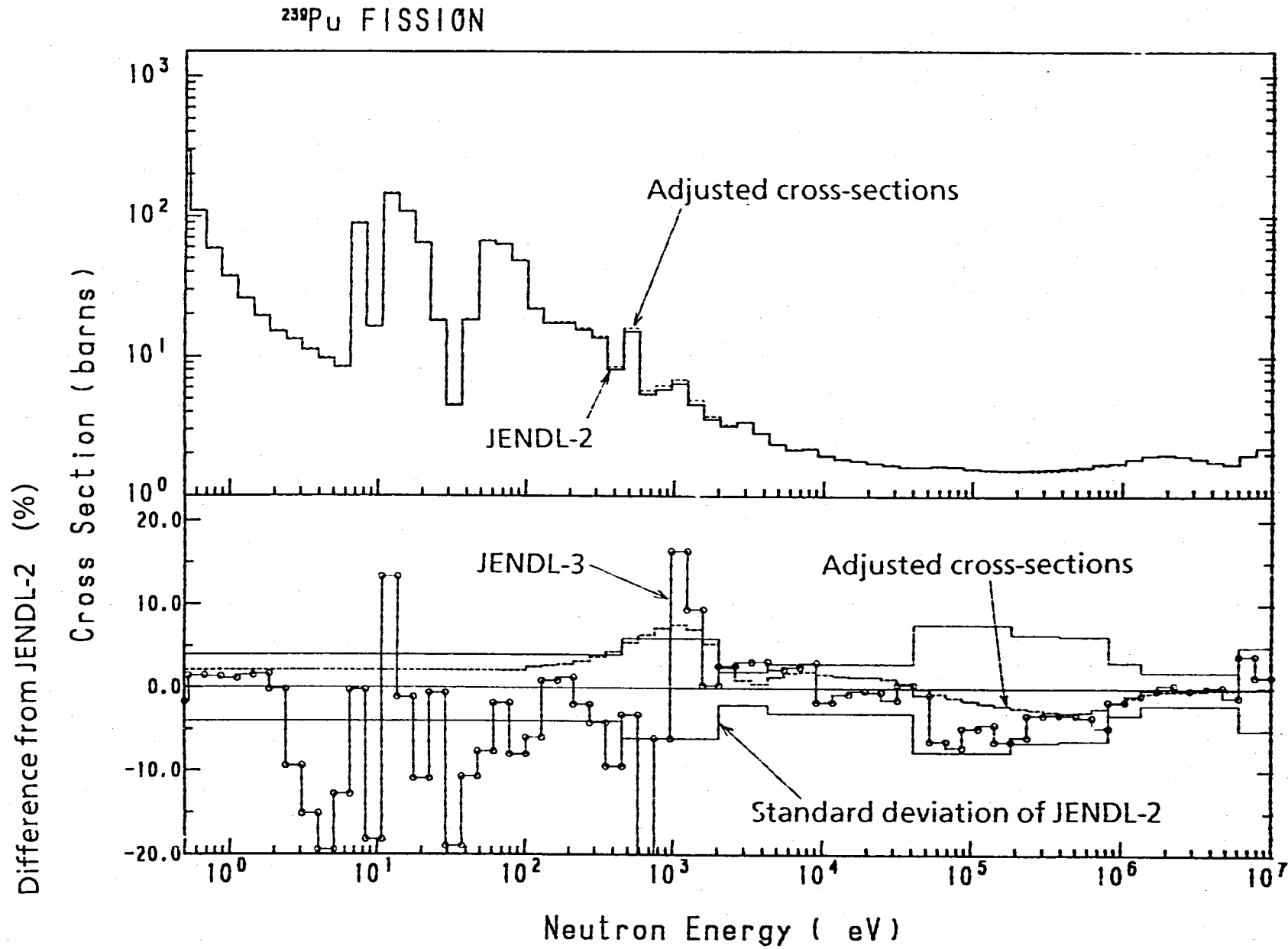


図2.3(2) 炉定数調整による核断面積の変化(2) Pu239 Fission

(※原研核データセンターによるプロット)



<sup>238</sup>U INELASTIC SCATTERING

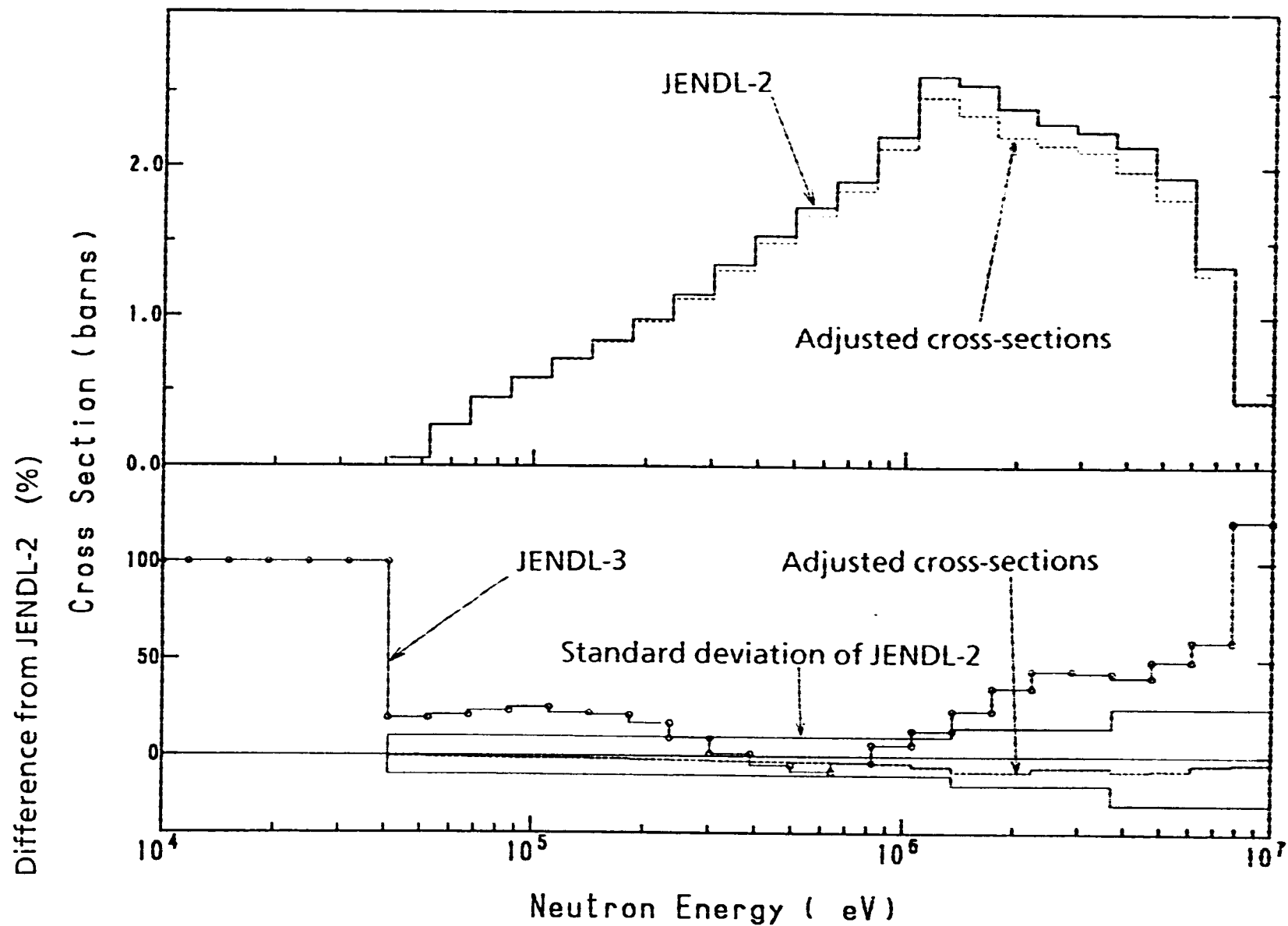


図2.3(3) 炉定数調整による核断面積の変化 (3) U238 Inelastic

(※原研核データセンターによるプロット)

<sup>235</sup>U FISSION

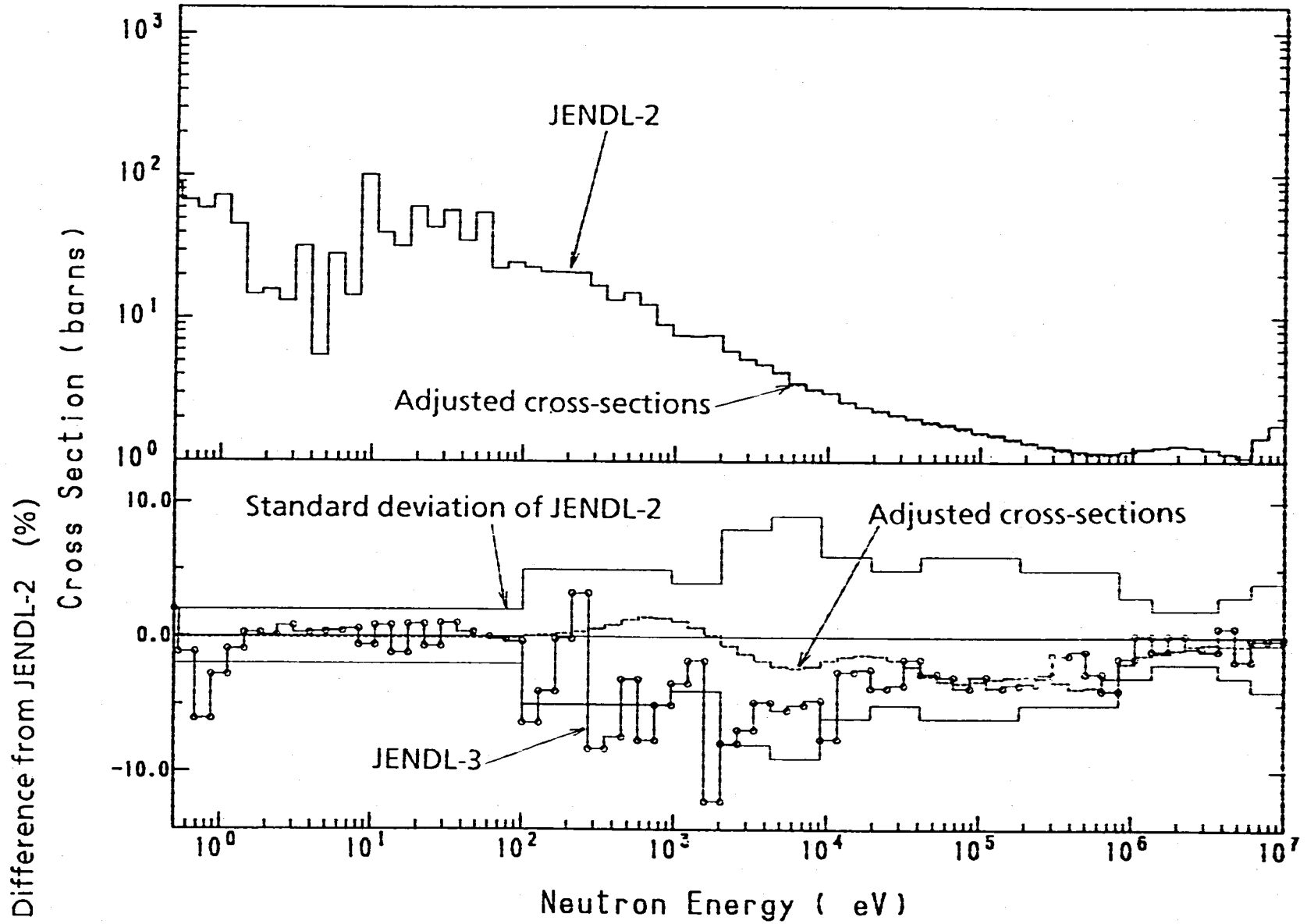


図2.3(4) 炉定数調整による核断面積の変化 (4) U235 Fission

(※原研核データセンターによるプロット)

$^{239}\text{Pu}$  FISSION SPECTRUM

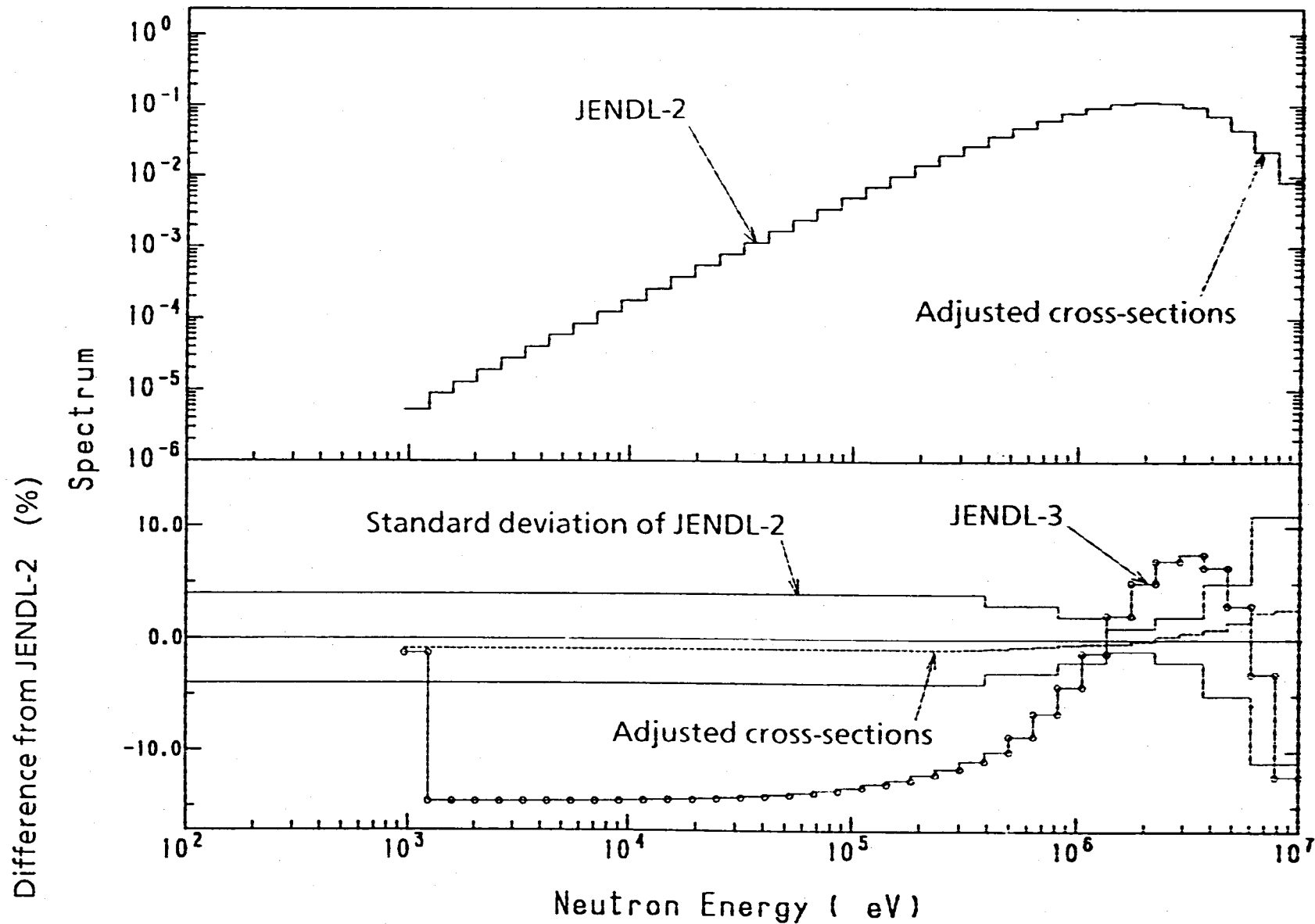


図2.3(5) 炉定数調整による核断面積の変化 (5) Pu239 Fission Spectrum

(※原研核データセンターによるプロット)

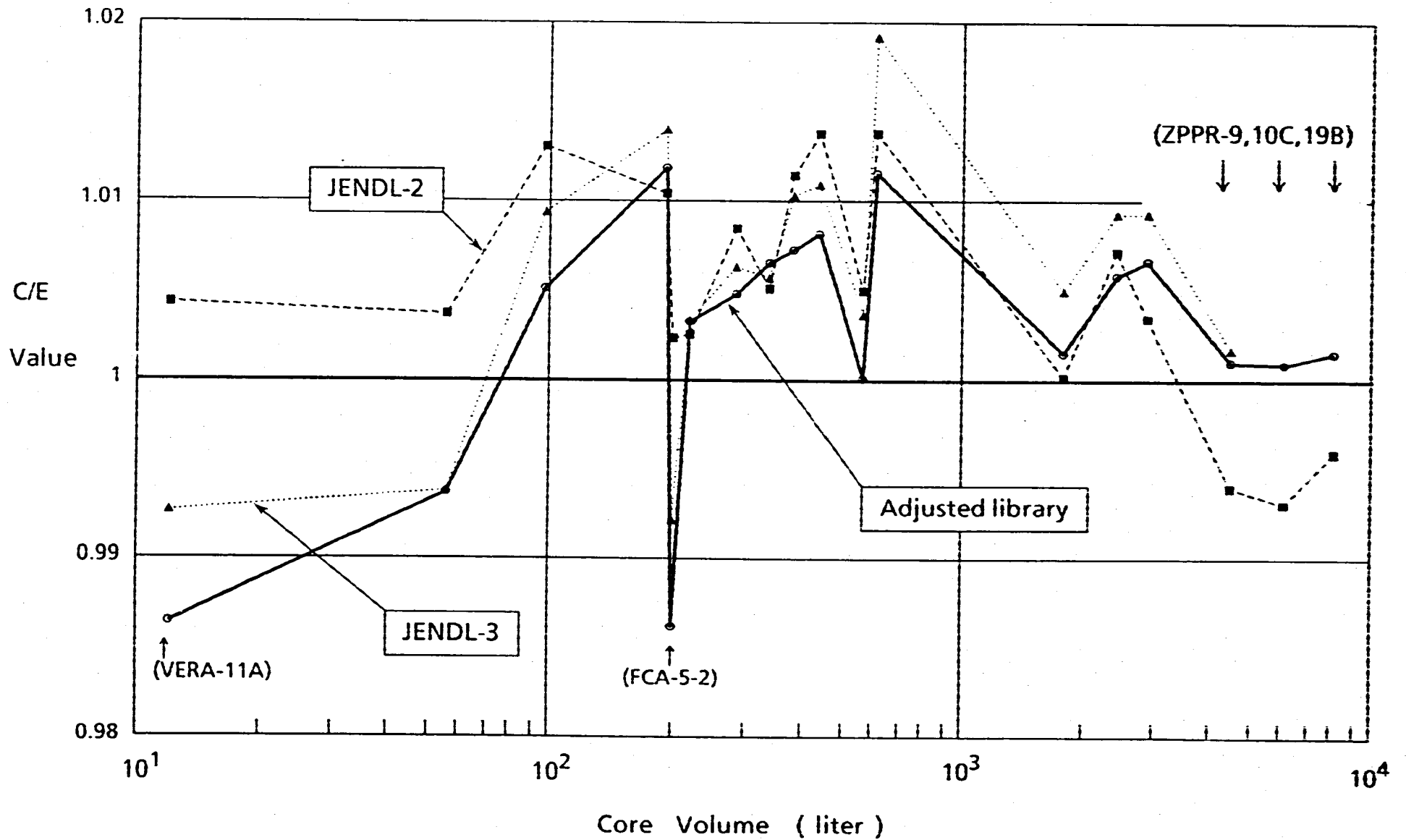


図2.4(1) 国際ベンチマーク体系への適用(1) (プルトニウム炉心 - 実効増倍率)

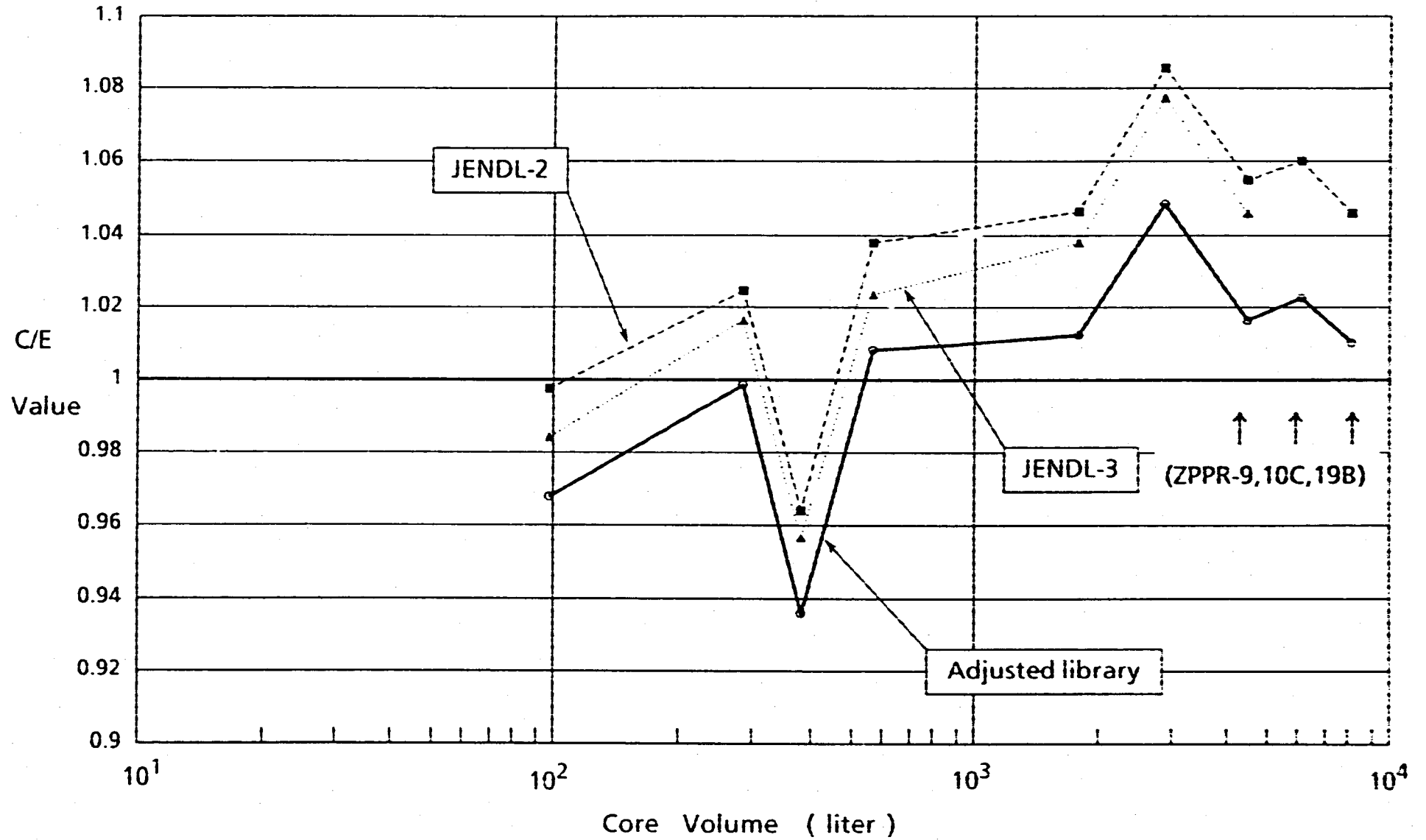


図2.4(2) 国際ベンチマーク体系への適用(2) (プルトニウム炉心 - C28/F49反応率比)

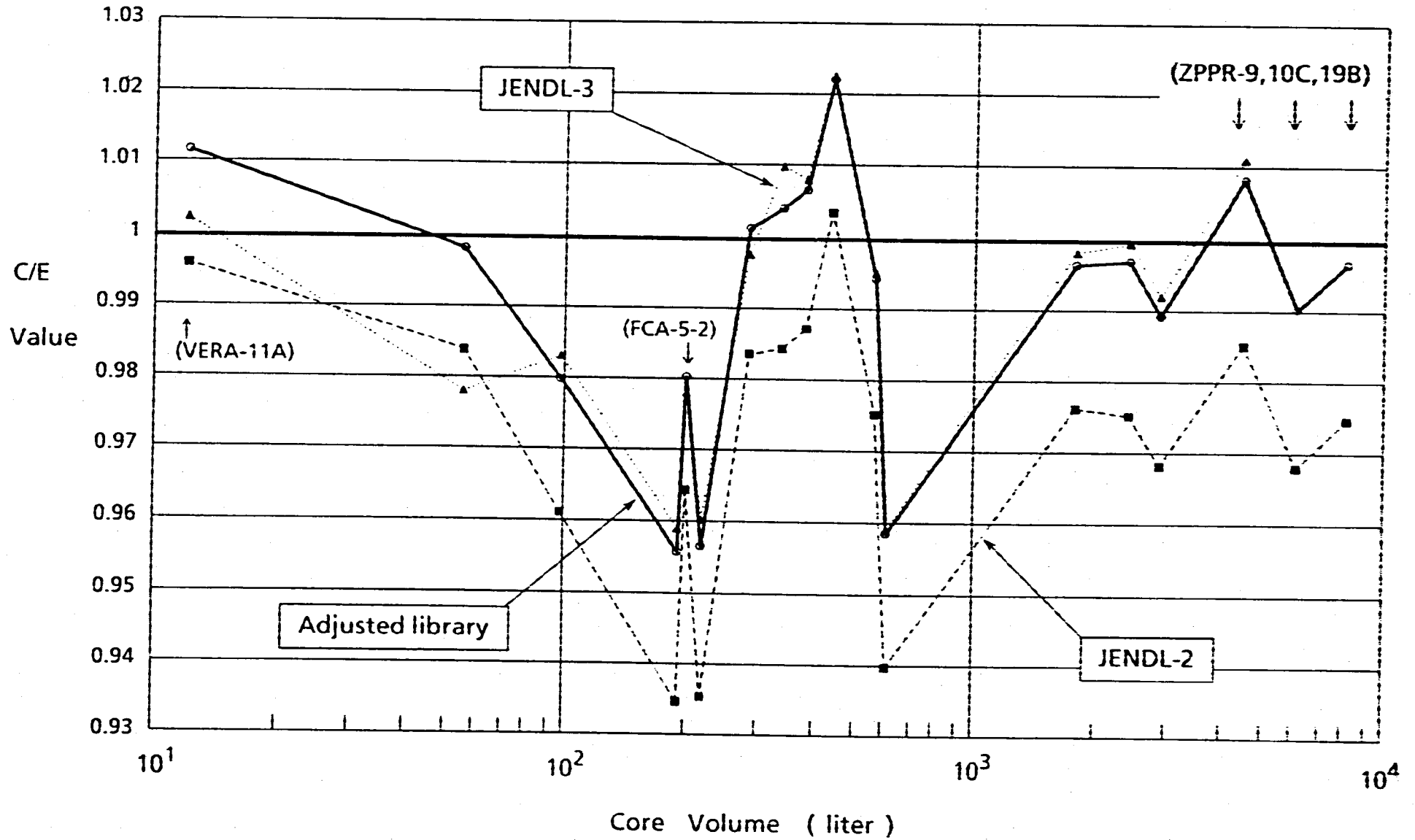


図2.4(3) 国際ベンチマーク体系への適用(3) (プルトニウム炉心 - F49/F25反応率比)

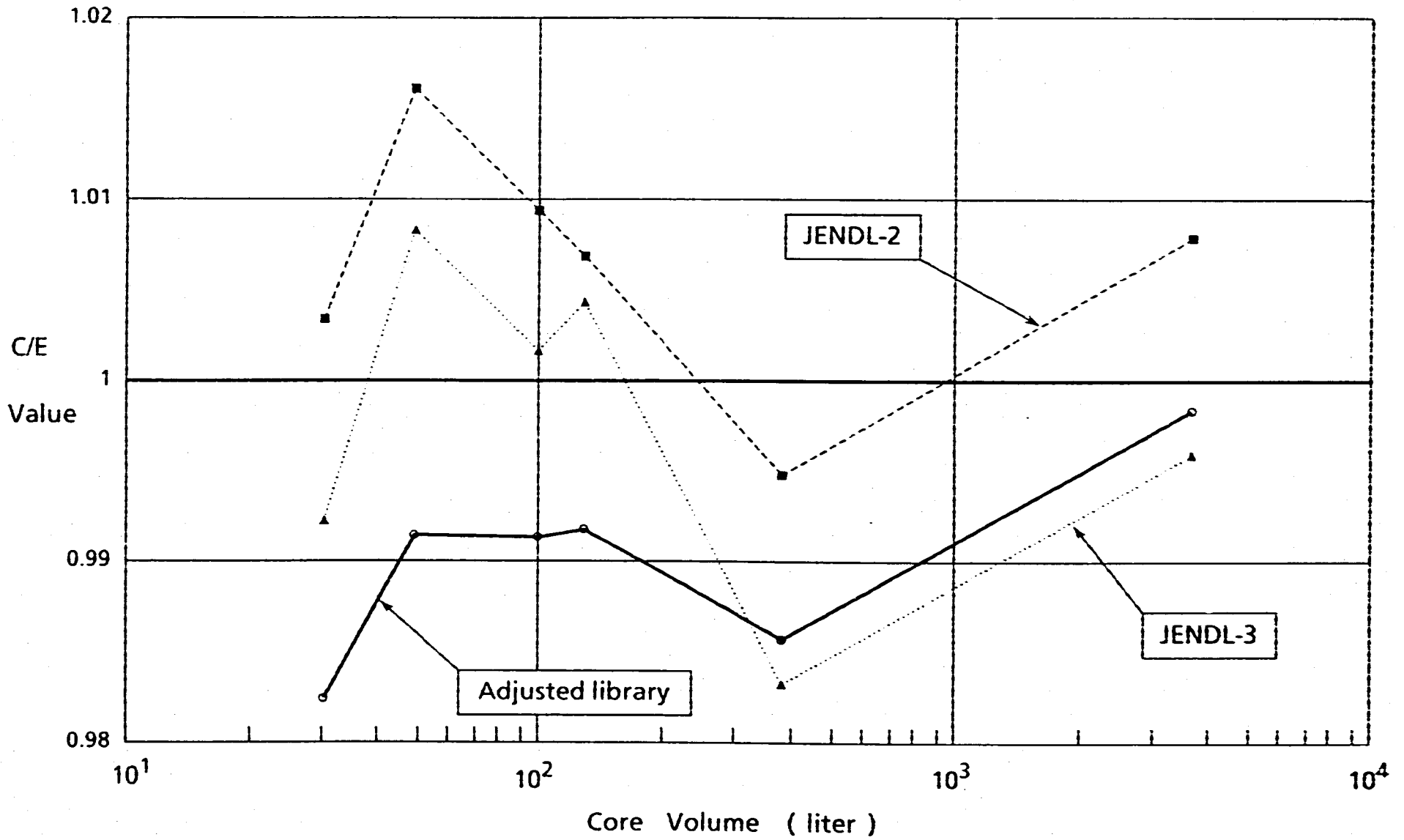


図2.4(4) 国際ベンチマーク体系への適用(4) (ウラン炉心 - 実効増倍率)

### 第3章 核設計精度評価手法

本章では、実機核設計における核特性予測精度の評価手法をまとめる。ここでは、臨界実験からの情報を実機核設計に反映させる方法として、①臨界実験解析結果(積分情報)は一切用いず基本炉定数のみで設計する場合、②E/C値を用いて設計計算値をバイアス補正する場合、③積分情報を用いて炉定数を調整する場合の3種類を対象とした。以下に、これらの各手法に対する設計精度評価の基礎式(1-34)を要約し、その物理的意味を考察する。

なお、これらの設計精度評価式は、H1~3年度の動燃・原電共研において作成した核設計精度評価コードACCEPT(1-39)に組み込まれている。

#### 3.1 積分情報を用いない場合

臨界実験解析や実機運転経験からの情報(核データからの情報を微分データと呼ぶのに対し、しばしば積分データと称される)を一切用いないで設計する可能性がある。これは例えば、臨界実験解析の精度が核データの精度に比べて非常に悪いと判断された場合や、設計対象である炉心が過去の臨界実験炉心に対して極端に異なった形状や組成のものであり全く参考にならないと考えられた場合などに起こりうる。

このように積分情報が一切ないと仮定した場合の設計ノミナル値は、設計計算による解析値そのままであり、(3.1)式で表される。ここでは、設計計算の解析モデルは、可能な限り設計対象炉心を模擬した詳細なものとし、また、体系の温度膨張や炉心燃焼など実機に特有の効果も考慮する必要がある。

$$\bullet \text{設計ノミナル値} : \mathbf{Rc}^{*(2)}(T) = \mathbf{Rc}^{(2)}(T) \quad \dots (3.1)\text{式}$$

この時の設計誤差をマトリックス形式で表示すると、(3.2)式のように、右辺第1項の核断面積の誤差(共分散) $\mathbf{M}$ に起因する予測誤差と、第2項の設計解析誤差 $\mathbf{V}_m^{(2)}$ の和のみになる。ここで、 $\mathbf{V}_m^{(2)}$ の中には解析誤差の他に、実機燃料組成の不確かさや製造公差なども含む必要がある。

$$\bullet \text{設計誤差} : \mathbf{V}[\mathbf{Rc}^{*(2)}(T)] = \mathbf{G}^{(2)}\mathbf{M}\mathbf{G}^{(2)t} + \mathbf{V}_m^{(2)} \quad \dots (3.2)\text{式}$$

ここで、肩記号<sup>(2)</sup> : 実機設計体系

#### 3.2 バイアス補正法を適用する場合

臨界実験解析のC/E値をバイアス補正として用いる場合には、(3.3)式の右辺のように設計解析値 $\mathbf{Rc}^{(2)}(T)$ に括弧内のE/C値補正を施したものが設計ノミナル値となる。ここで用いる設計解析手法は、可能な限り臨界実験解析手法と同等のレベルであることが望ましく、また、先に述べた実機に特有の効果も含まなければならない。



$$\bullet \text{設計ノミナル値} : \text{Rc}^{*(2)}(T) = \text{Rc}^{(2)}(T) \times [\text{Rc}^{(m)} / \text{Rc}^{(m)}(T)] \quad \dots (3.3) \text{式}$$

この場合の設計誤差は(3.4)式となる。

$$\bullet \text{設計誤差} : V[\text{Rc}^{*(2)}(T)] = \Delta G M \Delta G^t + V_e^{(m)} + \Delta V_m \quad \dots (3.4) \text{式}$$

ここで、肩記号<sup>(m)</sup> : モックアップ臨界実験体系

$$\Delta G = G^{(2)} - G^{(m)} : \text{実機体系(2)とモックアップ体系(m)の感度係数の差}$$

$$\Delta V_m = V_m^{(m)} + V_m^{(2)} - V_m^{(m2)} - V_m^{(m2)^t} : \text{モックアップ体系(m)と実機炉心(2)の解析誤差の非相関分}$$

(3.4)式の右辺第1項は、核断面積の誤差Mに臨界実験体系と実機体系の感度係数の差 $\Delta G$ を乗じたものであり、すなわち、臨界実験体系の模擬度が悪く $\Delta G$ が大きければ、大きな設計誤差を生じることを示している。第2項 $V_e^{(m)}$ は、(3.2)式には無かったもので、モックアップ体系の実験誤差である。第3項 $\Delta V_m$ は、解析誤差に起因する設計誤差への寄与であるが、(3.2)式とは異なって、実験解析誤差と設計解析誤差の系統的な差のみが設計誤差として寄与する。すなわち、両者の誤差が実験体系と実機体系に全く同様に現れるのであれば、バイアス補正を施すことによりこれらは相殺され、設計誤差には含まれない。逆に、モックアップ体系の実験解析誤差が非常に大きければ、バイアス補正法(3.4)式の精度は(3.2)式より悪くなる可能性すらある。

### 3.3 炉定数調整法を適用する場合

炉定数調整法の設計ノミナル値と設計誤差を各々(3.5)式と(3.6)式に示す。

$$\bullet \text{設計ノミナル値} : \text{Rc}^{*(2)}(T') = \text{Rc}^{(2)}(T') \\ = \text{Rc}^{(2)}(T) + G^{(2)}(T' - T) \quad \dots (3.5) \text{式}$$

$$\bullet \text{設計予測誤差} : V[\text{Rc}^{*(2)}(T')] = G^{(2)} M' G^{(2)t} + V_m^{(2)} - N V_m^{(12)} - V_m^{(12)t} N^t \\ \dots (3.6) \text{式}$$

ここで、肩記号<sup>(1)</sup> : 臨界実験体系の群

$$N = G^{(2)} M G^{(1)t} [G^{(1)} M G^{(1)t} + V_e^{(1)} + V_m^{(1)}]^{-1}$$

炉定数調整法の場合の設計ノミナル値は、(3.5)式のように修正炉定数 $T'$ を用いた設計体系の解析値そのものであるが、これは、また、調整前の炉定数 $T$ による解析値に対して核断面積の修正による補正を施したものに等しい。この補正には、実機体系の感度係数 $G^{(2)}$ を用いるので、臨界実験体系が実機体系のフルモックアップ実験になっていなくても適用できる。また、臨界実験解析からの情報を反映して核断面積の誤差を低減できるので、燃焼特性など臨界実験では測定できない核特性についても実機の設計に適用できる。一方、炉定数調整法の場合の設計予測精度は、(3.6)式となる。(3.4)式との違いは、主に第1項の核断面積の誤差に起因する誤差に現れる。すなわち、バイアス補正法の場合は、臨界実験体系の実機体系に対する模擬性の良さ( $G \rightarrow \Delta G$ )により設計予測精度が向上するが、炉定数調整法の場合は、臨界実験解析の取り入れによる核断面積の誤差(共分散)の縮小

( $M \rightarrow M'$ )により、設計予測精度が向上する。第2~4項は、解析誤差の寄与であるが、バイアス補正法の場合と同様に、相関が強い場合には両者は相殺する。もし、実験解析誤差が非常に大きい場合は、(3.5), (3.6)式は、積分情報を用いない場合の(3.1), (3.2)式にもどるだけであるので、バイアス補正法のような過補正の危険性がない。

### 3.4 炉定数調整法とE/C値バイアス補正法の比較

上記の考察をまとめて、E/Cバイアス補正法と炉定数調整法の特徴を比較したものが、表3.1である。

臨界実験解析結果を実機に反映する手段は、バイアス補正法が実機設計体系の核特性計算値へのE/C値補正であるのに対し、炉定数調整法では基本核定数を修正する。すなわち実機核特性の予測精度を向上させる原理として、バイアス補正法が実機設計体系と臨界実験体系の模擬度がよいことを利用するのに対し、炉定数調整法はベイズの条件付確率推定法を用いて核断面積の共分散を縮小させる点が異なる。

また、設計に反映できる実験の数は、バイアス補正法ではもっとも模擬度の良いひとつのモックアップ実験のみであるのに対し、炉定数調整法では原理的には世の中の全ての実験が可能である。これはまた、臨界実験では測定できない燃焼核特性などへの適用性や実機設計が変更になった時の実験データ適用性の柔軟性にも違いを与える。

設計ノミナル値の決定については、バイアス補正法では暗に、モックアップ体系が実機設計体系をよく模擬できており、またモックアップ体系の実験値が真値に最も近いものであることを前提としていることになる。一方、炉定数調整法では、核データ評価、着目核特性以外の積分実験データ、実験解析誤差などの全ての関連する物理量の整合をとってノミナル値を決定するために、無理に実験のC/E値が1.0になるような補正は行わない。

炉定数調整法がバイアス補正法に比べて不利な点は、その適用方法がやや複雑な点であるが、より高度化された核設計手法を採用するための一種のコストと考えられよう。

表3.1 E/Cバイアス補正法と炉定数調整法の比較

比較項目	E/Cバイアス補正法 (従来の 核設計手法)	炉定数調整法 (高度化された 核設計手法)
臨界実験解析結果の実 機設計への反映法	核特性計算値 へのE/C補正	基本核定数の 修正
核特性予測精度 向上の原理	臨界実験体系の 模擬性	ベイズの定理 (条件付確率推定法)
設計へ反映できる実験	一つのモック アップ実験	原理的には世の中 の全ての実験
設計ノミナル値の決定	モックアップ体系 の実験値を真とみ なす	核データ評価、他 の核特性、実験解 析誤差との整合を とる
臨界実験で測定できな い核特性への適用	不可能	可能
実機設計が変更にな ったときの適用性	一般に困難	可能
設計への適用の容易性	容易	やや複雑

## 第4章 60万kWe炉心の核設計ノミナル値

### 4.1 対象炉心

ここで評価対象とした炉心は、動燃がH3年度に設計した60万kWe級の2領域均質炉心(基底増殖炉心)(5-1~2)である。表4.1に炉心の主要目を、図4.1には炉心構成図を示した。炉心高さは1.0m、炉心等価直径は約2.8mであり、制御棒は主炉停止系が炉中心に1体、内外炉心境界(第2リング)に12体配置されており、後備炉停止系は内側炉心の中間領域(第1リング)に6体ある。軸ブランケット領域は上下に各35cmあるが、基底増殖炉心であるため、径ブランケット領域は設置されておらず、炉心のすぐ外側は反射体領域になっている。

なお、図4.2には、JUPITER-I(均質炉心実験)の炉心図を参考として示したが、炉心のサイズや制御棒配置はZPPR-10シリーズの炉心に極めて近い形状である。

### 4.2 ノミナル値評価の基本方針

今回のノミナル値評価の基本方針を以下にまとめる。

評価する核特性としては、設計において必要となる核特性の代表的なものとして、平衡サイクル初期(BOEC)と末期(EOEC)の実効増倍率、燃焼反応度、増殖比、出力分布、制御棒価値、ドップラー反応度、Naボイド反応度の7種を選定した。ただし、設計ノミナル値(最確値)は最終的には、JUPITER臨界実験解析などの炉物理研究で確立された最も詳細な解析手法で評価するべきであるが、H3年度炉心はまだ概念設計の段階であるため、詳細な補正計算は未だ実施していない。

現段階で重要なのは詳細な個々の数値を詰めるよりもむしろ、設計としての考え方を整理し、考慮すべき項目に漏れ落ちがないようにすることであると考え、ここでは、基準計算値に対してノミナル値評価のために必要となる各種補正項目を摘出し、具体的な補正值としては従来経験から推定して適用した。さらに、制御棒価値におけるB10の燃焼効果など、設計解析モデルには入っていないが、実機特有の条件として必要な補正項目についても、過去の知見から補正值を推定し適用した。

臨界実験解析による積分データを設計に反映する手法としては、前章で述べたように、①臨界実験データを一切用いない場合、②E/Cバイアス補正法を採用する場合、③炉定数調整法を採用する場合の3種について検討する。

### 4.3 設計解析手法

表4.2に、H3年度の核設計解析手法を、最新のJUPITER臨界実験解析手法と比

較して示す。解析モデルやコードなどに見られる両者の違いは、基準計算値に対する補正係数、または設計誤差評価として考慮する必要がある。

H3年度核設計における基準計算の解析手法を、各々の核特性毎に要約する。

●実効増倍率および燃焼反応度

—CITATIONコードによる2次元RZ体系、7群拡散計算

●出力分布および制御棒価値

—MOSESコードによる3次元Hex-Z体系、7群修正粗メッシュ拡散計算

●ドップラー係数およびNaボイド反応度

—PERKYコードによる2次元RZ体系、18群1次摂動計算 ( $\phi$ と $\phi^*$ はCITATIONコードで算出。)

#### 4.4 基準計算に対する補正值

表4.3~7に、実効増倍率、出力分布、制御棒価値、ドップラー反応度、Naボイド反応度について、基準計算値に対する各種補正值の値と出典をまとめた。補正項目を大きく分類すると、①臨界実験解析と比較して設計計算モデルの近似度が粗いために施す補正、②基準計算には入れていないが実機特有の条件から必要となる補正、③臨界実験解析から得られたE/Cバイアス補正值の3種になる。これらの補正項目のうち、①と②についてはいずれの核設計手法でも必要であるが、③はE/Cバイアス補正法でのみ使用される。

ただし、燃焼欠損反応度と増殖比については、臨界実験で測定ができず、また、解析モデルの違いに対する影響などのデータも不十分であるため、ここでは上記の補正は一切施さず、基準計算値をそのまま設計ノミナル値とした。

#### 4.5 設計ノミナル値の評価

3種の設計手法での設計ノミナル値の算出方法を表4.8に示す。この結果を要約したものが表4.9である。本来は、各設計手法で評価された平衡サイクル末期(EOEC)の実効増倍率が適切な余裕をもった値になるように、Pu富化度設定を各々調整するべきであるが、ここでは、比較結果を考察しやすくするため、Pu富化度は3方法とも同じにしている。また、表4.10(1)~(8)に、炉定数調整法による核特性計算値の変化への核種毎の寄与の内訳を示す。

以下に、炉定数調整法によるノミナル値の特徴を、とくにバイアス補正法と比較して考察する。

##### (1) 実効増倍率

H3年設計では、E/Cバイアス補正法を前提としてPu富化度を決定した。この場合の平衡サイクル末期(EOEC)での実効増倍率は1.0067となっており、適切な運転

余裕が全運転期間にわたって保持されている。一方、炉定数調整法では、同じPu富化度を前提とすると、EOECの実効増倍率は1.0を下回る。この原因は、バイアス補正法では考慮できない燃焼反応度が、炉定数調整法ではかなり大きくなったためであり、炉定数調整法を用いて60万kW<sub>e</sub>炉心を設計したとすれば、Pu富化度はやや高く設定しなければならないことになる。

炉定数調整法による実効増倍率変化の核種毎寄与を表4.10(1)に示すが、U238のcaptureとinelastic断面積が大きく正の寄与をしている一方、Pu241のfissionなどいくつかの反応がこれを一部打ち消しており、かなり微妙なバランスで正味の実効増倍率変化が生じていることが分かる。

## (2) 燃焼反応度および増殖比

燃焼反応度に関しては、炉定数調整法の方が、基準計算値をそのまま使用せざるを得ないE/Cバイアス補正法よりも約9%大きい。また、これに対応して増殖比は炉定数調整法の方が2%小さい。これは表4.10(2)から分かるように、主に、炉定数調整ではU238のcapture断面積が低減したことが反映されているのに対し、E/Cバイアス補正法ではバイアス値がないためこの効果がノミナル値に考慮されていないためである。

## (3) 出力分布

基準計算値をそのままノミナル設計値としたE/Cバイアス補正法では、最大線出力が480W/cmであったが、炉定数調整法では約2W/cm大きくなり、内外炉心のPu富化度比のわずかな調整が必要となるかもしれない。

## (4) 制御棒価値

主炉停止系に対しては、E/Cバイアス補正法と炉定数調整法の差はほとんどないが、後備炉停止系に対しては、炉定数調整法の方が約5%大きくなった。これは、今回のバイアス補正法ではJUPITER臨界実験解析から得られたC/E値の平均値を両方の炉停止系に適用したのに対し、炉定数調整法ではJUPITERにおけるC/E値の径方向依存性を反映しているためと考えられる。

具体的には、JUPITERの制御棒価値C/E値は、炉心中心で過小評価であり、炉心の外側にいくにつれて1.0に近くなっている。今回の60万kW<sub>e</sub>炉心では、主炉停止系は中心1体を除いてすべて内側炉心領域の外端にあるため、C/E値による補正はほとんど受けない。一方、後備炉停止系は内側炉心領域の中間位置にあるため、C/E値の過小評価の補正を受けたためと考えられる。表4.10(6)をみると内訳としては、U238のcapture、pu239のfission、構造材のelastic断面積の寄与が大きい。

なお、バイアス補正法でも、空間依存性を考慮したE/C値を設定できる可能性はあるが、実機の内外炉心半径比や富化度比、燃焼状態などによって径方向依存

性の度合いは変化することが報告されており、JUPITERのC/E値をそのまま実機に当てはめることは危険である。もし、空間依存のE/C値を適用しようとするれば、常に、実機と臨界実験体系の感度係数の違いを評価する必要がある。

#### (5) Naボイド反応度

炉定数調整法の方が、E/Cバイアス補正法よりも約18%大きい。この違いの原因は、第2章で述べたように、炉定数調整でも、Naボイド反応度は小さくなる方向ではあるが、調整後のC/E値を1.0にするまでにはいたっていないのに対し、一方、E/Cバイアス補正法では無条件にC/Eが1.0になるように補正をおこなっているためである。

#### (6) ドップラー反応度

炉定数調整法の方が、E/Cバイアス補正法よりも約11%小さいが、これは現時点の炉定数調整法ではf-tableの調整を行えないためである。これは、設計手法として見た場合、今後、炉定数調整法の改良が必要な項目の一つであると考えられる。

表4.1 80万kWe炉心の仕様(1/5)

項 目	仕 様	備 考
1.基本プラント仕様		
1)出 力		
原子炉熱出力 (MW)	1600	
2)一次主冷却系冷却材		
原子炉入口温度 (°C)	380	
原子炉出口温度 (°C)	530	
冷却材流量 (kg/s)	$8.41 \times 10^3$	10080/h/loopより
3)プラント運転		
プラント計画寿命 (年)	40	暦年
稼働率 (-)	約0.85	
燃焼期間 (EFPD/サイクル)		
高増殖炉心	375	
基底増殖炉心	365	
2.炉 心		
1)炉心型式	均質炉心	
2)炉心富化度領域数	2	
3.炉心構成		
1)炉心構成要素数		
<u>高増殖炉心</u>		
a)内側炉心燃料 (体)	108	
b)外側炉心燃料 (体)	138	
c)主炉停止系制御棒 (体)	13	
d)後備炉停止系制御棒 (体)	6	
e)径ブランケット燃料 (体)	126	(2層)
f)SUS遮蔽体 (体)	72	(1層)
g)B <sub>4</sub> C遮蔽体 (体)	78	(1層)



表4.1 60万kW炉心の仕様(2/5)

項 目	仕 様	備 考
<u>基底増殖炉心</u>		
a)内側炉心燃料 (体)	108	
b)外側炉心燃料 (体)	138	
c)主炉停止系制御棒 (体)	13	
d)後備炉停止系制御棒 (体)	6	
e)SUS遮蔽体 (体)	126	(2層)
f)B <sub>4</sub> C遮蔽体 (体)	150	(2層)
2)炉心寸法		
a)高さ (mm)	1,000	
b)等価直径 (mm)	約2,750	制御棒を含む
c)高さ/等価直径比 (—)	0.364	
d)容積 ( l )	約5,940	制御棒を含む
3)ブランクett厚さ		
a)軸方向厚さ(上/下) (mm)	350 / 350	
4)遮蔽体厚さ		
a)軸方向上部遮蔽 (mm)	約520	
b)軸方向下部遮蔽 (mm)	約250	
c)径方向遮蔽(等価厚さ)		
高増殖炉心 (mm)	約295	2層分
基底増殖炉心 (mm)	約590	4層分
5)炉心構成要素配列		
a)集合体配列ピッチ (mm)	160.7	
b)集合体全長 (mm)	3,700	炉心上部支持板から 集合体頂部迄の長さ

表4.1 60万kWe炉心の仕様(3/5)

項 目	仕 様	備 考
6)炉心外接円		
a)炉心外接円 (mm)	約2,890	
b)制御棒外接円 (mm)	約1,930	
c)炉心マトリクス外接円 (mm)	約4,180	
7)組成体積比(v/o)		
	燃料    ギャップ    構造材    冷却材    吸収材	
a)炉心燃料集合体	38.2* 5.1 22.4 34.3 —	*ボア含む
b)主炉停止系制御棒	— 5.2 15.6 45.6 33.6	吸収体部
c)後備炉停止系制御棒	— 5.2 15.6 45.6 33.6	吸収体部
d)SUS遮蔽体 (暫定値)		
第1層	— — 70.0 20.0	
第2層	— — 80.0 20.0	
e)B <sub>4</sub> C遮蔽体 (暫定値)	— — 20.0 20.0 60.0	
4.燃料		
1)燃料ペレット材料		
炉心	PuO <sub>2</sub> ·UO <sub>2</sub>	
軸方向ブランケット	UO <sub>2</sub>	
2)プルトニウム富化度(w/o)		
(平衡炉心)		
高増殖炉心(内側/外側炉心)	17.12 / 20.85	PuO <sub>2</sub> / (PuO <sub>2</sub> + UO <sub>2</sub> )
基底増殖炉心(内側/外側炉心)	17.01 / 21.05	
3)プルトニウム同位元素比(w/o)		
初装荷炉心	<sup>238</sup> Pu : <sup>239</sup> Pu : <sup>240</sup> Pu : <sup>241</sup> Pu : <sup>242</sup> Pu	
平衡炉心	3 : 53 : 25 : 12 : 7	
4)ウラン同位元素比(w/o)		
炉心	<sup>235</sup> U : <sup>238</sup> U	
ブランケット	0.3 : 99.7	

表4.1 60万kW炉心の仕様(4/5)

項 目	仕 様	備 考
5)燃料ペレット密度(%TD)		
炉心	96	
ブランケット	96	
5.燃料交換		
1)燃料交換方式		
a)炉心	固定3バッチ分散方式	
a)径ブランケット(高増殖炉心)	固定4バッチ分散方式	
6.炉心構成要素計画寿命		
1)炉心燃料集合体 (サイクル)	3	
2)主炉停止系制御棒 (サイクル)	3	目標
3)後備炉停止系制御棒 (サイクル)	3	目標
4)SUS遮蔽体 (年)	40	暦年
5)B <sub>4</sub> C遮蔽体 (年)	40	暦年
7.炉心燃料集合体		
1)炉心燃料ペレット		
a)材質	プルトニウム・ウラン 混合酸化物	
b)外径 (mm)	7.36	
c)内径 (mm)	2.0	
d)密度 (%TD)	96	
e)O/M比 (—)	1.98	
2)軸方向ブランケット燃料ペレット		
a)材質	劣化ウラン酸化物	
b)ウラン235含有率 (w/o)	0.3	
c)外径 (mm)	7.36	
d)密度 (%TD)	96	
e)O/M比 (—)	2.0	

表4.1 60万kW炉心の仕様(5/5)

項 目	仕 様	備 考
3)被覆管		
a)材質	改良オーステナイト鋼	
b)外径 (mm)	8.5	
c)内径 (mm)	7.54	
c)ペレット間ギャップ (mm)	0.18	直径ギャップ
4)燃料要素		
a)型式	インテグラル密封型 下部ガスプレナム	
b)全長 (mm)		
i)炉心燃料体長さ (mm)	1,000	
ii)ブランクett (mm)		
燃料体長さ(上部/下部)	350 / 350	
c)スペーサワイヤ径 (mm)	1.30	p/d = 1.15
d)ワイヤ巻付けピッチ (mm)	200	
5)燃料集合体		
a)形状	正六角形断面	
b)燃料要素配列ピッチ (mm)	9.85	
	正三角形配列	
c)燃料要素数 (本)	217	
d)ラッパ管		
i)材質	改良オーステナイト鋼 (PNC1520鋼)	
ii)内対面間距離 (mm)	147.7	
iii)板厚 (mm)	4.0	
e)全長 (mm)	4300	

表4.2 JUPITER臨界実験解析手法と60万kWe核設計解析手法の比較

項目	最新のJUPITER臨界実験解析手法 (Ref. PNC ZN9410 92-278)	60万kWe設計解析手法 (Ref. PNC ZN9410 92-137)	
基本核定数	JFS-3-J2(1989年版)	同左	
炉心燃料の 70群実効定数作成	CASUPコードによる非均質セル計算 ●Toneのバックグラウンド断面積 ●中性子流重み輸送断面積 ●臨界バックリング ●AMMモデル	SLAROMコードによる均質計算 ●均質のバックグラウンド断面積 ●中性子束重み輸送断面積 ●零バックリング ●内側/外側炉心に領域分け	
制御棒の 70群実効定数作成	SLAROMコードによる均質計算 ●均質のバックグラウンド断面積 ●中性子束重み輸送断面積	同左	
体系計算のエネルギー群数	18群	7群/18群	
エネルギー縮約	2次元RZ拡散計算による 70群スペクトル ●領域分け ●制御棒は中心1体でのスペクトル	同左 ●内側/外側炉心に領域分け ●制御棒は3リング平均スペクトル	
体系基準計算での拡散係数	Benoistの非等方拡散係数	等方拡散係数	
体系基準計算	1. 臨界性	CITATIONコードによる 3次元XYZ・18群拡散計算 (1メッシュ5cm)	CITATIONコードによる 2次元RZ・7群拡散計算 (1メッシュ5cm)
	2. 制御棒反応度 3. 出力分布	CITATIONコードによる 3次元XYZ・18群拡散計算 (1メッシュ5cm)	MOSESコードによる 修正粗メッシュHex-Z・7群拡散計算 (1ピッチ16cm)
	4. Na原子下反応度	CITATION、PERKYコードによる 3次元XYZ・18群拡散・厳密摂動計算 (1メッシュ5cm)	CITATION、PERKYコードによる 2次元RZ・18群拡散・1次摂動計算 (1メッシュ5cm)
	5. ドップラー反応度	CITATION、PERKYコードによる 2次元RZ・18群拡散・1次摂動計算 (1メッシュ5cm)	CITATION、PERKYコードによる 2次元RZ・18群拡散・1次摂動計算 (1メッシュ5cm)
	輸送・メッシュ補正計算	●TRITACコードによる 3次元XYZ輸送Sn計算 ●(CITATIONコードによる 倍メッシュ計算)	未実施
その他の補正計算	●マルチドロワ効果 ●非対称セル効果(臨界実験特有)	未実施	
体系温度	300K等温	炉心燃料1373.15K 軸ブランケット1073.15K 制御棒、遮蔽体703.2K	
燃料中のPu組成(238~242)	0.06/87.4/11.6/0.74/0.20	3/53/25/12/7	

表4.3 H3年度60万kWe設計の実効増倍率ノミナル値評価に用いる補正係数

項目	数値	説明	出典	
2次元RZ拡散基準計算値 ●BOECでの実効増倍率 ●EOECでの実効増倍率	1.0341 1.0048	CITATIONコードによる 2次元RZ体系7群拡散計算	Pu蓄化率(内分) =17.01・21.05	
詳細計算モデル補正	①エネルギー縮約補正	-0.0006Δk	7群→18群(70群相当)	LF-91-51 (91.8)
	②メッシュ補正	-0.0011Δk	ZPPR-10Cの5cmメッシュ →無限メッシュ(3次元拡散) (ZPPR-10Aは-0.0014Δk)	JUPITER解析報告書 PNC ZN 9410 92-278 p.40 (92.9)
	③輸送補正	+0.0038Δk	ZPPR-10Cの3次元拡散(等方拡散係数) →3次元輸送(5cmメッシュ) (ZPPR-10Aは+0.0049Δk)	JUPITER解析報告書 PNC ZN 9410 92-278 p.40 (92.9)
	④拡散係数の違いの補正	-0.0021Δk	●等方→Benoistの非等方拡散係数(-0.0001) ●中性子束重み→中性子流重みの輸送断面積 (-0.0020)	JUPITER解析報告書 PNC SN 9410 90-003 p.358 (90.3)
	⑤体系計算コードの違いの補正	+0.0005Δk	設計解析コードMOSES →臨界実験解析コードCITATION(3次元)	MOSESの関会(Ⅱ) PNC N9520 89-018 p.13 (89.8)
	⑥3次元補正 (体系計算コードの差を含む)	-0.0005Δk	CITATIONコードによる2次元RZ→MOSES コードによる3次元XYZ(CR全引抜)体系	LF-89-77 (89.12)
	小計	+0.0001Δk	①から⑥の加算	
実験条件補正	①燃料ビン非均質補正	+0.0038Δk	均質→非均質計算(2重非均質効果を含む) (等方拡散係数) (ToneとDancoffの差は実験では小さい)	JUPITER共同報告書 PNC SY 9471 90-001 p.4.2.1.1-59 (90.3)
	②温度膨張補正	-0.0035Δk	常温→定格運転温度での膨張	LF-87-87 (87.11)
	③制御棒位置(軸ブランケットパーキング)補正	-0.0035Δk	制御棒全引抜→制御棒が 上部軸ブランケット内に存在	LF-89-77 (89.12)
	④燃焼効果補正	-0.0020Δk	制御棒が上部軸ブランケット内に存在するた めに同領域でのPu蓄積が妨げられる	LF-89-77 (89.12)
	小計	-0.0052Δk	①から④の加算	
E-C補正	+0.0070Δk	ZPPR-10Cの臨界性C/E値 (ZPPR-10Aは+0.0066Δk)	JUPITER解析報告書 PNC ZN 9410 92-278 p.40 (92.9)	

表4.4 H3年度60万kWe設計の出力分布(最大線出力)ノミナル値評価に用いる補正係数

項目	数値	説明	出典	
3次元拡散基準計算値 ●BOEC最大線出力(内側/外側炉心) ●EOEC最大線出力(内側炉/外側心)	475.8/479.5w/cm 465.4/455.6w/cm	MOSESコードによる 3次元Hex-Z体系 修正粗メッシュ7群拡散計算		
詳細計算モデル補正	①エネルギー縮約補正	1.00	7群→18群(70群相当) (均質炉心では小さい)	JUPITER共同報告書 PNC SY 9471 90-001 p.4.2.1.3-1 (90.3)
	②輸送・メッシュ補正	1.00	ZPPR-10Aの3次元拡散 →3次元輸送(無限メッシュ相当) (F49に対して±1%以下)	JUPITER解析報告書 PNC ZN 9410 92-278 p.付C-14 (92.9)
	③拡散係数の違いの補正	暫定的に1.00	等方→Benoistの非等方拡散係数 (±0.1%以下)	S63年度原電R&D報告書 炉心設計手法の詳細研究
	④計算コードの違いの補正	1.00	MOSESコード→CITATIONコード (90年60万kWe炉心の制御棒挿入体系で 1~2%以下)	LF-90-194 (90.1)
	小計	1.00	①から④の乗算	
実機条件補正	①燃料ピン非均質効果補正	1.00	均質計算→非均質計算 (±0.3%以下)	S63年度原電R&D報告書 炉心設計手法の詳細研究
E/C補正	暫定的に1.00	ZPPR-10AのF49反応率分布C/E値は、内側炉心外端で1.019、外側炉心中央で1.034となっているが、ここでは暫定的に1.00とする。	JUPITER解析報告書 PNC ZN 9410 92-278 p.84 (92.9)	

表4.5 H3年度60万kWe設計の制御棒価値ノミナル値評価に用いる補正係数

項目	数 値	説 明	出 典	
<b>3次元拡散基準計算値</b> ●主炉停止系(ワンロードスタック) ●後備炉停止系(全数挿入)	7.82% $\Delta/kk'$ 3.14% $\Delta/kk'$	MOSESコードによる 3次元Hex-Z体系 修正粗メッシュ7群拡散計算		
詳細計算モデル補正	①エネルギー縮約補正	0.972	7群—18群(70群相当)	LF-91-51 (91.8)
	②輸送・メッシュ補正	1.021	ZPPR-10Cの3次元拡散 —3次元輸送(無限メッシュ相当) (中心、第1、第2リングを反応度で加重平均) (ZPPR-10Aも1.021)	JUPITER解析報告書 PNC ZN 9410 92-278 p.65, 66 (92.9)
	③拡散係数の違いの補正	1.00	等方—Benoistの非等方拡散係数 ( $\pm 1\%$ 以下)	S63年度原電R&D報告書 炉心設計手法の評価研究
	④体系計算コードの違いの補正	暫定的に1.0とする	MOSESコード—CITATIONコード (主炉停止系制御棒全挿入で約5%の差があると報告されているが、体系依存と考えられ、誤差として見込まざるをえない)	MOSESの開発(Ⅱ) PNC N9520 89-08 p.13 (89.8)
	小 計	0.992	①から④の乗算	
実機条件補正	①燃料ピン非均質補正	1.00	均質計算—非均質計算 ( $\pm 0.5\%$ 以下)	S63年度原電R&D報告書 炉心設計手法の評価研究
	②制御棒非均質効果補正	0.88	均質計算—非均質計算 (B <sub>4</sub> Cピンバンドルのランピングを含む)	JUPITER共研報告書 PNC SY 9471 90-001 p.4.2.1.2-19 (90.3)
	③B10燃焼効果	0.95	制御棒の燃焼によるB10減少を5a/oと想定	
	小 計	0.836	①から③の乗算	
E/C補正	1.018	ZPPR-10Cの制御棒価値C/E値から算出 (中心、第1、第2リングを反応度で加重平均) (ZPPR-10Aは1.014)	JUPITER解析報告書 PNC ZN 9410 92-278 p.65 (92.9)	



表4.6 H3年度60万kWe設計のNaボイド反応度ノミナル値評価に用いる補正係数

項目	数値	説明	出典	
2次元RZ拡散基準計算値 ●全炉心ボイド(BOEC/EOEC)	5.7/6.5%	CITATION、PERKYコードによる 2次元RZ体系 18群拡散・1次摂動計算		
詳細計算モデル補正	①エネルギー縮約補正	1.00	ZPPR-9の18群 →70群(2次元RZ拡散) (±1%以下)	JUPITER解析報告書 PNC ZN 9410 92-278 p.149 (92.9)
	②メッシュ補正	1.00	ZPPR-9の5cmメッシュ →無限メッシュ(2次元RZ拡散) (+2%以下)	JUPITER解析報告書 PNC ZN 9410 92-278 p.149 (92.9)
	③輸送補正	1.00	ZPPR-9の2次元RZ拡散 →2次元RZ輸送(5cmメッシュ) (-3%以下)	JUPITER解析報告書 PNC ZN 9410 92-278 p.149 (92.9)
	④拡散係数の違いの補正	1.00	等方→Benoistの非等方拡散係数 (±1%以下)	S63年度原電R&D報告書 炉心設計手法の詳細研究
	⑤一次摂動近似補正	暫定的に1.00	一次摂動計算→厳密摂動計算 (最大6%差が出るとされているが体系依存)	原電からの私信 (90.11)
	小計	1.00	①から⑤の乗算	
実機条件補正	①燃料ピン非均質効果補正	考慮せず(本来は0.91)	均質計算→非均質計算により、 約-9%程度の効果がある。	JUPITER共研報告書 SY 9471 90-001 p.4.2.1.4-2 (90.3)
E/C補正(2成分フィッティング) (拡散基準計算値への補正)	非漏洩項-13.5% 漏洩項+12.3%	ZPPR-9の基準計算(18群3次元XYZ拡散・厳密 摂動計算)値に対する補正	LF-91-021 (91.5)	

表4.7 H3年度60万kWe設計のドップラー反応度ノミナル値評価に用いる補正係数

項目		数 値	説 明	出 典
2次元RZ拡散基準計算値 •T-dk/dT(BOEC) •T-dk/dT(EOEC)		-8.47×10 <sup>-3</sup> -7.88×10 <sup>-3</sup>	CITATION、PERKYコードによる 2次元RZ体系 18群拡散-1次摂動計算	
詳細 計算 モデル 補 正	①エネルギー縮約補正	暫定的に1.00	実験解析もエネルギー縮約補正を行っていない (ZPPR-9の18群-70群(2次元RZ拡散)で+3%)	JUPITER共研報告書 PNC SY 9471 90-001 p.4.2.1.5-2 (90.3)
	②輸送・メッシュ補正	暫定的に1.00	ZPPR-9の2次元RZ拡散 →2次元RZ輸送(無限メッシュ相当) (補正係数0.972)	JUPITER解析報告書 PNC ZN 9410 92-278 p.186 (92.9)
	③拡散係数の違いの補正	1.00	等方→Benoistの非等方拡散係数 (±1%以下)	S63年度原電R&D報告書 炉心設計手法の評価研究
	④一次摂動近似補正	考慮せず	実験解析も一次摂動近似で行っている	JUPITER共研報告書 PNC SY 9471 90-001 p.4.2.1.5-1 (90.3)
	小 計	1.00	①から④の乗算	
実機 条件 補 正	①燃料ピン非均質効果補正	1.05	均質計算→非均質計算	S63年度原電R&D報告書 炉心設計手法の評価研究
E/C補正		暫定値的に1.145	従来のZPPR-9の中心ドップラー実験解析結 果(JUPITER解析報告書PNC ZN 9410 92-278 p.186 (92.9)では1.326)	JUPITER共研報告書 PNC SY 9471 90-001 p.4.2.1.5-3 (90.3)

表4.8 H3年度60万kWe核設計ノミナル値の算出

項 目	臨界実験の情報を用いない場合				E/Cバイアス補正法		評定数調整法		
	基準計算値 (①)	計算モデル の補正(②)	実機条件の 補正(③)	設計 ノミナル値 (①×②×③)	E/Cバイア ス補正(④)	設計 ノミナル値 (①×②×③×④)	基準計算値 (⑤)	設計 ノミナル値 (⑤×②×③)	
Pu高化度 (w/o)	17.01/21.05			17.01/21.05		17.01/21.05	17.01/21.05	17.01/21.05	
keff	BOEC	1.0341	+0.0001	-0.0052	1.0290	+0.0070	1.0360	1.0355	1.0304
	EOEC	1.0048			0.9997		1.0067	1.0063	0.9986
燃焼欠損反応度(% $\Delta k/kk'$ )	2.82	-	-	2.82	-	2.82	3.06	3.06	
増殖比	BOEC	1.045	-	-	1.045	-	1.045	1.021	1.021
	EOEC	1.058			1.058		1.058	1.039	1.039
最大線出力 (W/cm)	BOEC IC	475.8			475.8		475.8	481.6	481.6
	OC	479.5	1.00	1.00	479.5	1.00	479.5	476.9	476.9
	EOEC IC	465.4			465.4		465.4	465.6	465.6
	OC	455.6			455.6		455.6	455.0	455.0
後備炉停止系制御棒価値 (% $\Delta K/KK'$ )	BOEC 全挿入	3.14	0.992	0.836	2.60	1.018	2.65	3.35	2.78
	BOEC ワンロードスタック	2.68			2.22		2.26	2.66	2.37
主炉停止系制御棒価値 (% $\Delta K/KK'$ )	BOEC 全挿入	9.29	0.992	0.836	7.70	1.018	7.85	9.51	7.89
	BOEC ワンロードスタック	7.82			6.49		6.61	7.94	6.59
ナトリウムボイド(全炉心) (%)	BOEC	5.7	1.00	1.00	5.7	非漏洩項 0.865	4.3	5.1	5.1
	EOEC	6.5			6.5	漏洩項 1.123	5.0	5.9	5.9
ドブラー係数 ( $10^3 Tdk/dT$ )	BOEC	-8.47	1.00	1.05	-8.89	1.145	-10.16	-8.60	-9.01
	EOEC	-7.88			-8.27		-9.46	-8.01	-8.40

表4.9 各設計手法による主要核特性のノミナル値

(H3年度60万kWe炉心)

核特性	臨界実験の 情報なし	E/Cバイアス 補正法	炉定数調整法 ( )内は、バイア ス補正法との差
Pu富化度 (w/o)	同右とする	17.01/21.05	同左とする
実効増倍率			
● BOEC	1.0290	1.0360	1.0304
● EOEC	0.9997	1.0067	0.9986
燃焼欠損反応度 (% $\Delta k/k'$ )	2.82	同左	3.06 (+9%)
増殖比	1.052	同左	1.030 (-2%)
最大線出力 (W/cm)			
● 内側炉心	476	476	482 (+6W/cm)
● 外側炉心	480	480	477
制御棒価値 (% $\Delta k/k'$ )			
● 主炉停止系	6.49	6.61	6.59
● 後備炉停止系	2.60	2.65	2.78 (+5%)
Naボイド反応度 (\$)	6.5	5.0	5.9 (+18%)
ドップラ反応度 ( $10^{-3}Tdk/dT$ )	-8.9	-10.2	-9.0 (-11%)

REACTOR CHARACTERISTICS		H60B	KEFF
CODE NAME	I	H60B	KEFF
EXPERIMENTAL VALUE		1.000001*00	
CALCULATED VALUE (C/E)		1.000001*00	1.0000
(ADJUSTED) (C/E)		1.003791*00	1.0038

.. CORRECTION FACTOR ..

U-235	0.000000
U-238	0.000000
PU-239	0.000000
PU-240	0.000000
PU-241	0.000000
PU-242	0.000000

NO.	COMPONENT-WISE ALTERATION OF CALCULATED VALUE		CONTRIBUTION ( % )
	CROSS SECTION	ALTERATION ( % )	
1	949 INI	0.08	20.60
2	6 CAP	0.00	0.00
3	8 ELA	0.01	3.58
4	8 INEL	0.00	0.00
5	8 MU	0.04	9.60
6	11 CAP	0.00	0.89
7	11 ELA	0.01	1.67
8	11 MU	-0.02	4.19
9	24 MU	0.00	0.41
10	26 LAP	0.03	6.84
11	26 ELA	-0.01	3.45
12	26 MU	-0.02	5.89
13	28 MU	0.00	0.21
14	925 CAP	0.00	0.16
15	925 FIS	-0.01	3.90
16	925 MU	0.00	0.26
17	925 INEL	0.00	0.00
18	928 CAP	0.64	167.80
19	928 FIS	0.10	27.34
20	928 MU	-0.05	-12.49
21	928 ELA	0.00	0.03
22	928 INEL	0.31	82.22
23	928 MU	-0.06	-14.60
24	949 CAP	-0.14	-36.65
25	949 FIS	-0.02	4.43
26	949 MU	0.04	11.34
27	949 INEL	0.00	0.15
28	949 MU	0.00	0.21
29	940 CAP	0.00	0.77
30	940 MU	-0.01	1.63
31	941 CAP	0.00	0.08
32	941 FIS	0.18	48.02
33	941 MU	0.01	7.21
34	925 CHI	0.00	0.01
	TOTAL	0.38	100.03

NO.	CORRECTION	ALTERATION ( % )	CONTRIBUTION ( % )
1	U-235	0.00	0.00
2	U-238	0.00	0.00
3	PU-239	0.00	0.00
4	PU-240	0.00	0.00
5	PU-241	0.00	0.00
6	PU-242	0.00	0.00
	TOTAL	0.00	0.00
	TOTAL	0.38	100.03

表4.10(1) 修正炉定数による核特性変化における核種毎の寄与

(1) 実効増倍率

REACTOR CHARACTERISTICS B100H (28(CIC,CC)/F49(CIC,CC)  
 CODE NAME 1 H100 (28(CIC,CC)/F49(CIC,CC) 0

EXPERIMENTAL VALUE 1.00000E+00  
 CALCULATED VALUE (C/E) 1.00000E+00 1.0000  
 (ADJUSTED) (C/E) 9.66768E 01 0.9668

CORRECTION FACTOR  
 U-235 0.000000  
 U-238 0.000000  
 PU-239 0.000000  
 PU-240 0.000000  
 PU-241 0.000000  
 PU-242 0.000000

NO.	COMPONENT-WISE ALTERATION OF CALCULATED VALUE		CONTRIBUTION ( % )
	CROSS SECTION	ALTERATION ( % )	
1	949 (H)	0.05	1.54
2	6 (AP)	0.00	0.00
3	8 (EA)	-0.06	1.71
4	8 (INEL)	0.00	0.00
5	8 (MU)	0.00	-0.06
6	11 (AP)	0.00	-0.03
7	11 (EA)	-0.09	2.81
8	11 (MU)	0.00	0.05
9	24 (MU)	0.00	0.01
10	26 (AP)	0.02	-0.51
11	26 (EA)	-0.05	1.47
12	26 (MU)	-0.01	0.19
13	28 (MU)	0.00	0.00
14	925 (AP)	0.00	0.01
15	925 (FIS)	0.00	-0.10
16	925 (MU)	0.00	0.00
17	925 (INEL)	0.00	0.00
18	928 (AP)	-2.68	79.59
19	928 (FIS)	0.00	0.03
20	928 (MU)	0.00	-0.01
21	928 (EA)	0.00	0.14
22	928 (INEL)	-0.39	11.42
23	928 (MU)	0.00	0.11
24	949 (AP)	-0.11	3.26
25	949 (FIS)	0.02	-0.55
26	949 (MU)	0.00	0.00
27	949 (INEL)	0.00	0.02
28	949 (MU)	0.00	0.00
29	940 (AP)	0.00	0.05
30	940 (MU)	0.00	0.00
31	941 (AP)	0.00	0.00
32	941 (FIS)	0.04	1.15
33	941 (MU)	0.00	0.00
34	925 (CH)	0.00	0.00
TOTAL		-3.37	100.00

NO.	COEFFICIENT	ALTERATION ( % )	CONTRIBUTION ( % )
1	U-235	0.00	0.00
2	U-238	0.00	0.00
3	PU-239	0.00	0.00
4	PU-240	0.00	0.00
5	PU-241	0.00	0.00
6	PU-242	0.00	0.00
TOTAL		0.00	0.00
TOTAL		-3.37	100.00

表4.10(2) 修正炉定数による核特性変化における核種毎の寄与

(2) 増殖比(C28/F49反応率分布)

REACTOR CHARACTERISTICS B60B F49(CIC,CC)/F49(CIC,CC) 0  
 CODE NAME : B60B F49(CIC,CC)/F49(CIC,CC)

EXPERIMENTAL VALUE 1.00000E+00  
 CALCULATED VALUE (C/E) 1.00000E+00 1.0000  
 (ADJUSTED) (C/E) 9.80778E-01 0.9808

CORRECTION FACTOR  
 U 235 0.000000  
 U 238 0.000000  
 PU 239 0.000000  
 PU 240 0.000000  
 PU 241 0.000000  
 PU 242 0.000000

NO.	CROSS SECTION	ALTERATION ( % )	CONTRIBUTION ( % )
1	949 CHI	-0.04	1.84
2	6 CAP	0.00	0.00
3	8 EIA	-0.04	2.32
4	8 INEL	0.00	0.00
5	8 NU	-0.06	3.34
6	11 CAP	0.00	0.08
7	11 EIA	-0.12	6.48
8	11 NU	-0.03	1.35
9	24 NU	-0.01	0.42
10	26 CAP	0.01	0.67
11	26 EIA	-0.18	9.27
12	26 NU	-0.15	7.55
13	28 NU	0.00	0.07
14	925 CAP	0.00	0.02
15	925 FIS	0.01	0.47
16	925 NU	0.00	0.04
17	925 INEL	0.00	0.00
18	928 CAP	-0.60	31.44
19	928 FIS	0.04	2.05
20	928 NU	0.02	0.99
21	928 EIA	0.00	0.03
22	928 INEL	0.33	17.27
23	928 NU	-0.09	4.66
24	949 CAP	0.01	0.65
25	949 FIS	-0.34	17.94
26	949 NU	0.00	0.10
27	949 INEL	0.00	0.01
28	949 NU	0.00	0.13
29	940 CAP	0.00	0.09
30	940 NU	0.00	0.15
31	941 CAP	0.00	0.01
32	941 FIS	0.01	0.65
33	941 NU	0.00	0.09
34	925 CHI	0.00	0.00
TOTAL		-1.92	100.00

NO.	CORRECTION	ALTERATION ( % )	CONTRIBUTION ( % )
1	U-235	0.00	0.00
2	U-238	0.00	0.00
3	PU-239	0.00	0.00
4	PU-240	0.00	0.00
5	PU-241	0.00	0.00
6	PU-242	0.00	0.00
TOTAL		0.00	0.00
TOTAL		1.92	100.00

表4.10(3) 修正炉定数による核特性変化における核種毎の寄与

(3) 出力分布(F49反応率分布) - 内側炉心外端

REACTOR CHARACTERISTICS B60B F49(OCH,CC)/F49(ICC,CC)  
 CODE NAME I B60B F49(OCH,CC)/F49(ICC,CC) 0  
 EXPERIMENTAL VALUE 1.00000E+00  
 CALCULATED VALUE (C/E) 1.00000E+00 1.0000  
 (ADJUSTED) (L/E) 9.67730E-01 0.9677

-- CORRECTION FACTOR --  
 U-235 0.000000  
 U-238 0.000000  
 PU-239 0.000000  
 PU-240 0.000000  
 PU-241 0.000000  
 PU-242 0.000000

COMPONENT-WISE ALTERATION OF CALCULATED VALUE			
NO.	CROSS SECTION	ALTERATION ( % )	CONTRIBUTION ( % )
1	949 CHI	-0.05	1.60
2	6 CAP	0.00	0.00
3	8 ELA	-0.06	1.96
4	8 INCL	0.00	0.00
5	8 MU	-0.10	2.99
6	11 CAP	0.00	0.13
7	11 ELA	-0.11	3.33
8	11 MU	-0.03	0.83
9	24 MU	-0.01	0.41
10	26 CAP	0.02	-0.49
11	26 ELA	-0.28	8.58
12	26 MU	-0.25	7.60
13	28 MU	0.00	0.06
14	925 CAP	0.00	-0.02
15	925 FIS	0.01	-0.42
16	925 NU	0.00	-0.03
17	925 INEL	0.00	0.00
18	928 CAP	-0.98	30.49
19	928 FIS	0.06	-1.83
20	928 NU	0.03	-0.87
21	928 ELA	0.00	-0.08
22	928 INEL	0.48	14.83
23	928 MU	-0.14	4.27
24	949 CAP	0.02	-0.73
25	949 FIS	-0.86	26.73
26	949 NU	0.00	-0.08
27	949 INEL	0.00	0.01
28	949 MU	0.00	0.12
29	940 CAP	0.00	0.09
30	940 NU	0.00	0.13
31	941 CAP	0.00	-0.01
32	941 FIS	-0.02	0.55
33	941 NU	0.00	-0.08
34	925 CHI	0.00	0.00
	TOTAL	-3.23	100.00
NO.	CORRECTION	ALTERATION ( % )	CONTRIBUTION ( % )
1	U-235	0.00	0.00
2	U-238	0.00	0.00
3	PU-239	0.00	0.00
4	PU-240	0.00	0.00
5	PU-241	0.00	0.00
6	PU-242	0.00	0.00
	TOTAL	0.00	0.00
	TOTAL	-3.23	100.00

表4.10 (4) 修正炉定数による核特性変化における核種毎の寄与  
 (4) 出力分布(F49反応率分布) - 外側炉心中央



REACTOR CHARACTERISTICS B60B		CENTER CR WORTH	
CODE NAME	I	B60B	CENTER CR WORTH
EXPERIMENTAL VALUE		1.00000E+00	
CALCULATED VALUE (C/E)		1.00000E+00	1.0000
(ADJUSTED) (C/E)		1.06211E+00	1.0621

.. CORRECTION FACTOR ..

U-235	0.000000
U-238	0.000000
PU-239	0.000000
PU-240	0.000000
PU-241	0.000000
PU-242	0.000000

COMPONENT-WISE ALTERATION OF CALCULATED VALUE			
NO.	CROSS SECTION	ALTERATION ( % )	CONTRIBUTION ( % )
1	949 CHI	-0.08	-1.34
2	6 CAP	0.00	0.00
3	8 ELA	0.15	2.42
4	8 INEL	0.00	0.00
5	8 MU	0.30	4.81
6	11 CAP	0.01	0.12
7	11 ELA	0.41	6.60
8	11 MU	0.12	1.96
9	24 MU	0.02	0.35
10	26 CAP	-0.08	-1.27
11	26 ELA	0.43	6.94
12	26 MU	0.36	5.77
13	28 MU	0.01	0.12
14	925 CAP	0.00	-0.02
15	925 FIS	0.00	0.05
16	925 NU	0.00	-0.01
17	925 INEL	0.00	0.00
18	928 CAP	1.58	25.49
19	928 FIS	0.16	2.59
20	928 NU	0.04	0.72
21	928 ELA	0.02	0.37
22	928 INEL	0.30	4.91
23	928 MU	0.47	7.56
24	949 CAP	-0.09	-1.51
25	949 FIS	1.84	29.63
26	949 NU	0.03	0.55
27	949 INEL	0.00	-0.01
28	949 MU	0.01	0.15
29	940 CAP	0.00	0.07
30	940 NU	0.02	0.25
31	941 CAP	0.00	0.00
32	941 FIS	0.18	2.89
33	941 NU	-0.01	-0.15
34	925 CHI	0.00	0.00
TOTAL		6.21	100.00

NO.	CORRECTION	ALTERATION ( % )	CONTRIBUTION ( % )
1	U-235	0.00	0.00
2	U-238	0.00	0.00
3	PU-239	0.00	0.00
4	PU-240	0.00	0.00
5	PU-241	0.00	0.00
6	PU-242	0.00	0.00
TOTAL		0.00	0.00
TOTAL		6.21	100.00

表4.10 (5) 修正炉定数による核特性変化における核種毎の寄与

(5) 制御棒価値—中心制御棒

REACTOR CHARACTERISTICS B600		1 ST RING CR WORTH	
CODE NAME	B600	1 ST RING CR WORTH	0
EXPERIMENTAL VALUE	1.00000E+00		
CALCULATED VALUE (C/F)	1.00000E+00	1.0000	
(ADJUSTED) (C/F)	1.05602E+00	1.0560	

-- CORRECTION FACTOR --

U-235	0.000000
U-238	0.000000
PU-239	0.000000
PU-240	0.000000
PU-241	0.000000
PU-242	0.000000

NO.	COMPONENT-WISE ALTERATION OF CALCULATED VALUE		CONTRIBUTION ( % )
	CROSS SECTION	ALTERATION ( % )	
1	949 CHI	-0.07	-1.14
2	6 CAP	0.00	0.00
3	8 ELA	0.16	2.81
4	8 INEL	0.00	0.00
5	8 NU	0.37	5.73
6	11 CAP	0.01	0.10
7	11 ELA	0.41	7.39
8	11 NU	0.13	2.37
9	24 NU	0.02	0.37
10	26 CAP	-0.08	-1.49
11	26 ELA	0.41	7.35
12	26 NU	0.33	5.85
13	28 NU	0.01	0.14
14	925 CAP	0.00	-0.02
15	925 FIS	0.00	0.09
16	925 NU	0.00	-0.01
17	925 INEL	0.00	0.00
18	928 CAP	1.14	20.43
19	928 FIS	0.18	3.16
20	928 NU	0.05	0.93
21	928 ELA	0.02	0.41
22	928 INEL	0.36	6.44
23	928 NU	0.51	9.03
24	949 CAP	-0.07	-1.16
25	949 FIS	1.54	27.47
26	949 NU	0.04	0.63
27	949 INEL	0.00	0.00
28	949 NU	0.01	0.17
29	940 CAP	0.00	0.06
30	940 NU	0.01	0.25
31	941 CAP	0.00	0.00
32	941 FIS	0.16	2.85
33	941 NU	-0.01	-0.15
34	925 CHI	0.00	0.00
	TOTAL	5.60	100.00

NO.	CORRECTION	ALTERATION ( % )	CONTRIBUTION ( % )
1	U-235	0.00	0.00
2	U-238	0.00	0.00
3	PU-239	0.00	0.00
4	PU-240	0.00	0.00
5	PU-241	0.00	0.00
6	PU-242	0.00	0.00
	TOTAL	0.00	0.00
	T O T A L	5.60	100.00

表4.10 (6) 修正炉定数による核特性変化における核種毎の寄与

(6) 制御棒価値—第1リング制御棒

REACTOR CHARACTERISTICS H600		2-ND RING CR WORTH	
CODE NAME	:	H600	2-ND RING CR WORTH
EXPERIMENTAL VALUE		1.00000E+00	
CALCULATED VALUE (C/E)		1.00000E+00	1.0000
(ADJUSTED) (C/E)		1.01344E+00	1.0134

-- CORRECTION FACTOR --

U-235	0.000000
U-238	0.000000
PU-239	0.000000
PU-240	0.000000
PU-241	0.000000
PU-242	0.000000

NO.	COMPONENT-WISE ALTERATION OF CALCULATED VALUE		CONTRIBUTION ( % )
	CROSS SECTION	ALTERATION ( % )	
1	949 CHI	-0.18	-13.49
2	6 CAP	0.00	0.00
3	8 ELA	0.02	1.36
4	8 INEL	0.00	0.00
5	8 MU	0.07	5.23
6	11 CAP	0.00	0.12
7	11 ELA	0.11	8.46
8	11 MU	0.03	2.41
9	24 MU	0.00	0.25
10	26 CAP	0.01	0.76
11	26 ELA	0.10	7.55
12	26 MU	0.05	3.97
13	28 MU	0.00	0.17
14	925 CAP	0.00	-0.01
15	925 FIS	0.02	1.79
16	925 NU	0.00	0.05
17	925 INEL	0.00	0.00
18	928 CAP	0.19	13.91
19	928 FIS	0.26	19.37
20	928 NU	0.09	6.83
21	928 ELA	0.02	1.13
22	928 INEL	-0.56	-41.95
23	928 MU	0.12	9.04
24	949 CAP	-0.06	-4.47
25	949 FIS	0.85	67.89
26	949 NU	0.04	2.88
27	949 INEL	0.00	0.08
28	949 MU	0.00	0.16
29	940 CAP	0.00	0.07
30	940 NU	0.01	0.65
31	941 CAP	0.00	0.01
32	941 FIS	0.15	11.35
33	941 NU	0.00	-0.35
34	925 CHI	0.00	-0.01
TOTAL		1.34	100.00

NO.	CORRECTION	ALTERATION ( % )	CONTRIBUTION ( % )
1	U-235	0.00	0.00
2	U-238	0.00	0.00
3	PU-239	0.00	0.00
4	PU-240	0.00	0.00
5	PU-241	0.00	0.00
6	PU-242	0.00	0.00
TOTAL		0.00	0.00
TOTAL		1.34	100.00

表4.10 (7) 修正炉定数による核特性変化における核種毎の寄与

(7) 制御棒価値—第2リング制御棒

REACTOR CHARACTERISTICS	060B	NA VOID	
CODE NAME	060B	NA VOID	0
EXPERIMENTAL VALUE	1.00000E+00		
(CALCULATED VALUE (C/E)	1.00000E+00	1.0000	
(ADJUSTED) (C/E)	8.98746E 01	0.8987	

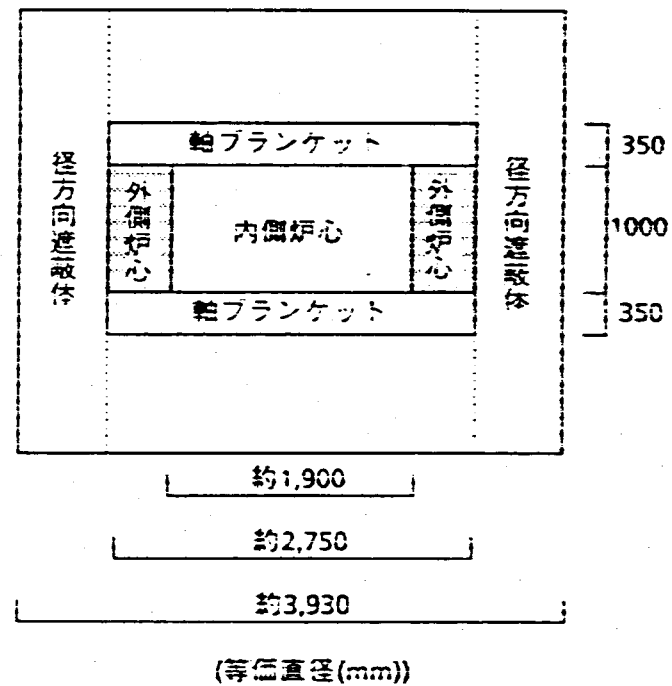
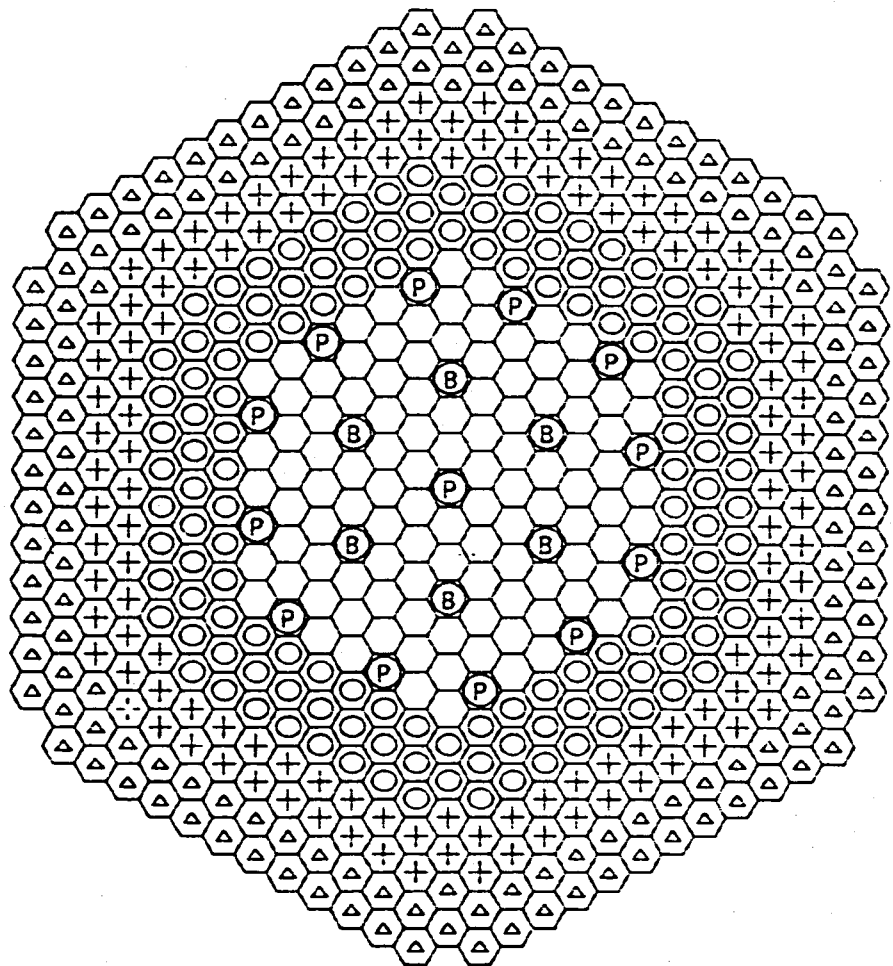
CORRECTION FACTOR	
U-235	0.000000
U-238	0.000000
PU-239	0.000000
PU-240	0.000000
PU-241	0.000000
PU-242	0.000000

NO.	COMPONENT-WISE ALTERATION OF (CALCULATED VALUE		CONTRIBUTION ( % )
	CROSS SECTION	ALTERATION ( % )	
1	949 CHJ	0.05	-0.51
2	6 CAP	0.00	0.00
3	8 ELA	0.00	-0.02
4	8 INEL	0.00	0.00
5	8 MU	-0.63	6.20
6	11 CAP	-0.11	1.12
7	11 ELA	-0.64	6.35
8	11 MU	0.22	-2.21
9	24 MU	-0.02	0.16
10	26 CAP	-0.49	4.84
11	26 ELA	-0.03	0.29
12	26 MU	-0.27	2.68
13	28 MU	-0.01	0.10
14	925 CAP	0.00	-0.03
15	925 FIS	-0.03	0.32
16	925 NU	0.00	-0.02
17	925 INEL	0.00	0.00
18	928 CAP	-2.62	25.87
19	928 FIS	-0.02	0.18
20	928 MU	-0.08	0.77
21	928 ELA	0.01	-0.10
22	928 INEL	1.14	-11.24
23	928 MU	-0.56	5.56
24	949 CAP	0.23	-2.28
25	949 FIS	-6.78	66.94
26	949 NU	0.06	-0.60
27	949 INEL	0.00	-0.02
28	949 MU	-0.01	0.09
29	940 CAP	-0.02	0.22
30	940 NU	-0.01	0.11
31	941 CAP	0.00	0.01
32	941 FIS	0.51	-5.01
33	941 MU	-0.02	0.24
34	925 CHJ	0.00	0.00
TOTAL		-10.13	100.00

NO.	CORRECTION	ALTERATION ( % )	CONTRIBUTION ( % )
1	U-235	0.00	0.00
2	U-238	0.00	0.00
3	PU-239	0.00	0.00
4	PU-240	0.00	0.00
5	PU-241	0.00	0.00
6	PU-242	0.00	0.00
TOTAL		0.00	0.00
TOTAL		-10.13	100.00

表4.10(8) 修正炉定数による核特性変化における核種毎の寄与

(8) Naボイド反応度



	内側炉心	108体
	外側炉心	138体
	SUS遮蔽体	126体
	J <sub>4</sub> C遮蔽体	150体
	主炉停止系制御棒	13体
	後備炉停止系制御棒	6体

合計 541体

図4.1 H3年度60万kW炉心の炉心構成

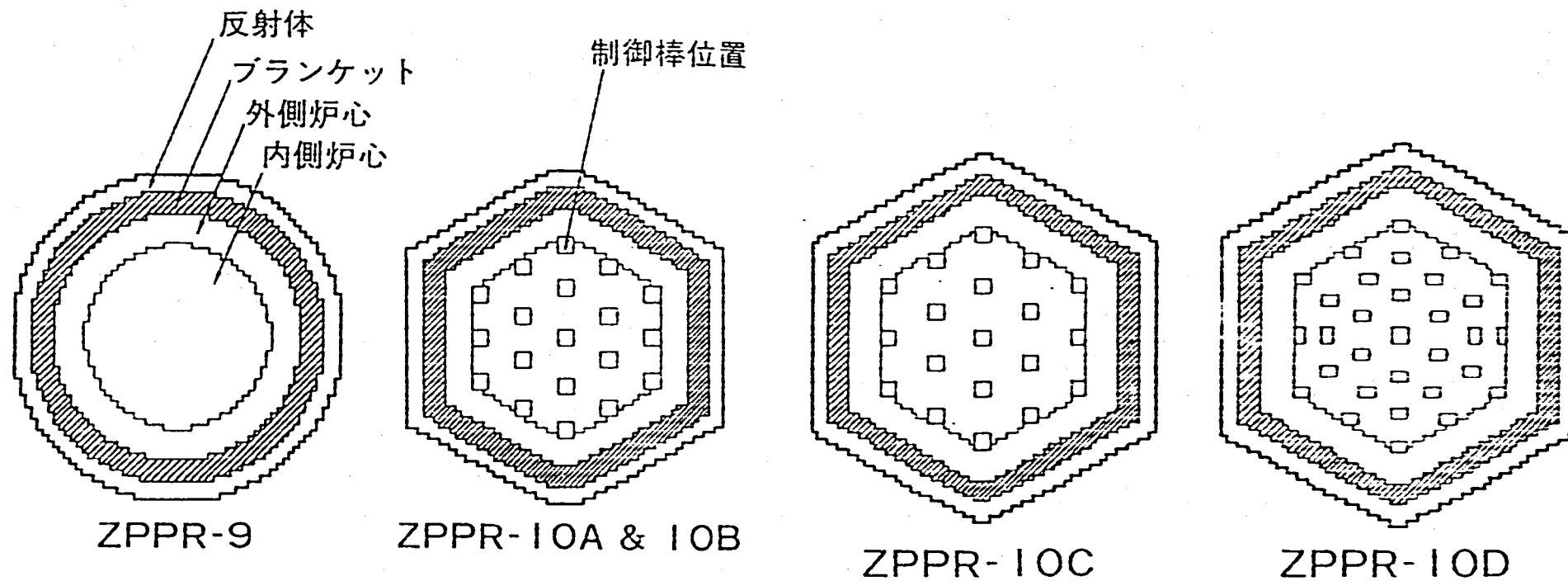


図4.2 JUPITER-I 臨界実験の炉心構成

## 第5章 60万kWe炉心の核設計精度評価および考察

本章では、H3年度の60万kWe炉心設計精度評価について、使用した誤差データ・感度係数・評価結果をまとめ、これらに対する考察を行う。

### 5.1 精度評価に用いる誤差データ

第3章の精度評価基礎式で示したように、設計精度評価コードACCEPTコードを使用するためには、実験解析誤差およびそれらの相関係数データとして以下のものが必要である。

- ①  $Ve^{(1)}$  : 修正炉定数を作成するために使用したJUPITER臨界実験体系の実験誤差およびその相関係数マトリックス(サイズ $82 \times 82$ )
- ②  $Vm^{(1)}$  : JUPITER臨界実験体系の解析誤差およびその相関係数マトリックス( $82 \times 82$ )
- ③  $Ve^{(m)}$  : モックアップ体系の実験誤差およびその相関係数マトリックス( $8 \times 8$ ) (※モックアップデータは、バイアス補正法の設計精度を評価するためにのみ、必要なものである。ここでは基本的に、ZPPR-10A炉心をモックアップ体系とした。ただし、Naボイド反応度のみ、ZPPR-9炉心の広領域ボイド(97ドロリ、 $Z=20$ )実験をモックアップとして用いる。)
- ④  $Vm^{(m)}$  : モックアップ体系の解析誤差およびその相関係数マトリックス( $8 \times 8$ ) (※同上。)
- ⑤  $Vm^{(m2)}$  : モックアップ体系と実機設計体系の解析誤差の相関係数マトリックス( $82 \times 8$ ) (※同上。)
- ⑥  $Vm^{(2)}$  : 実機設計体系の解析誤差および相関係数マトリックス( $8 \times 8$ )
- ⑦  $Vm^{(12)}$  : 臨界実験体系と実機設計体系の解析誤差およびその相関係数マトリックス( $82 \times 8$ ) (※炉定数調整法の設計精度を評価するためにのみ、必要なものである。)

今回の実験解析誤差および相関係数の設定にあたっては、91年の原電共研(1-39)で採用した考え方およびデータを基本的に踏襲したが、Naボイド反応度については今回新たに評価した。使用したデータは付録Aにまとめてある。以下に、臨界実験体系と実機設計体系の解析誤差の相関係数( $Vm^{(12)}$ 、 $\rho$ )の設定法を整理する。

- 1) JUPITER 臨界実験解析の各種補正係数の50%が誤差( $1\sigma$ )であるとして、 $Vm^{(1)}$ の対角項を設定する。(表A.1~4の左から第2列。)
- 2) 実機設計解析の各種補正係数の50%が誤差( $1\sigma$ )であるとして、 $Vm^{(2)}$ の対角項を設定する。(表A.1~4の第3列。91年に評価した原電炉心と今回の動燃60万kWe炉心の差を解析誤差評価に反映しようとするれば、ここの評価値が変わること

になるが、両炉心は感度的にかなり類似しており、現状ではその差を区別するほどのデータはない。したがって、ここでは今回新たに設計精度を評価するNaボイド反応度を除いては、91年共研の値を踏襲するものとする。) )

- 3) 各種補正係数誤差の実機と臨界実験の相関係数 $\rho$ を、0(相関なし)、0.3(弱)、0.5(中)、0.8(強)、1.0(完全相関)の5レベルに分けて工学的判断で設定する。(表A.1~4の第4列。)
- 4) 実機と臨界実験の解析誤差の相関係数を $V_m^{(12)}$ を各補正項目ごとに下式で算出する。(表A.1~4の第5列。)

$$\rho = V_m^{(12)} / [V_m^{(1)1/2} \times V_m^{(2)1/2}] \quad \dots\dots\dots (5.1)式$$

- 5) 各補正項目ごとの $V_m^{(1)}$ 、 $V_m^{(2)}$ 、 $V_m^{(12)}$ を統計処理で積算し、核特性ごとの合計値を算出する。(表A.1~4の最下段。)
- 6) 合計した $V_m^{(1)}$ 、 $V_m^{(2)}$ 、 $V_m^{(12)}$ から(5.1)式で合計の相関係数 $\rho$ を求める。

表A.1~表A.4に、上記の方法で算出した実効増倍率、制御棒価値、出力分布、反応率比(C28/F49)の解析誤差を各々示す。また表A.5(1)~(2)には、今回設定したNaボイド反応度の解析誤差およびその出典を示す。ここでは、モックアップとしたZPPR-9広領域ボイドと実機全炉心ボイドの解析誤差の各種補正係数の相関は0.5(中程度)とし、その他の炉心内ボイドとの相関係数は0.3(弱)と設定した。なお、ブランケット領域と炉心領域の相関は0である。

表A.6~表A.10には、 $V_e^{(m)}$ 、 $V_m^{(m)}$ 、 $V_m^{(2)}$ 、 $V_m^{(m2)}$ 、 $V_m^{(12)}$ の設定値をマトリックスの形式で各々示す。

## 5.2 60万kWe炉心の感度係数

60万kWe炉心の実効増倍率(BOEC)、増殖比(C28/F49で代用)、出力分布(F49反応率分布で代用、内側炉心外端と外側炉心中央位置で評価)、制御棒価値(炉中心、第1リング、第2リング毎に評価)、Naボイド反応度(全炉心をボイド化)の感度係数を評価した。感度係数の計算には、一般化摂動法によるSAGEPコードを使用し、その数値および図は付録Bに示した。

以下に、60万kWe炉心の感度係数の特徴を、JUPITER臨界実験体系と比較してまとめる。

### (1) 実効増倍率

JUPITERでは実効増倍率に対するPu241、Pu240の感度はほとんどなかったが、60万kWe炉心では4.1節で示したPu組成に対応して、Pu241 fission断面積の感度が約0.12とかなり大きい。また、Pu240 fission断面積もその1/3程度の感度をもつ。一方、Pu239 fission断面積の感度は、組成割合が少ないためJUPITERよりもやや小さくなっているが、これは感度係数の評価式における摂動分母の分担が、Pu組成に応じて変化したためと解釈できる。したがって、全てのfission断



面積の感度係数を合計するとほぼ1になる。

#### (2) 増殖比(C28/F49反応率比)

増殖比の感度係数は、ほとんどU238 capture断面積とPu239 fission断面積のみで支配される。JUPITERと60万kWe炉心はよく類似していると判断できる。

#### (3) 出力分布(F49反応率分布)

U238 capture断面積、FeとOのelastic断面積に対する感度が大きく、はっきりした径方向依存性を示す。60万kWe炉心でPu241、Pu240にやや感度が現れた他は、ほぼJUPITERと類似している。

#### (4) 制御棒価値

出力分布と同様に、U238 capture断面積、Fe、NaとOのelastic断面積に対する感度が大きく、径方向依存性がある。また、JUPITERではほとんどなかったPu240とPu241のfission断面積の感度がかなり大きい。

#### (5) Naボイド反応度

Naボイド反応度は、スペクトルの硬化による高速核分裂の増加、中性子吸収の減少、中性子漏れの増加など正負の反応度効果が相殺したものであるため、他の核特性に比べ、各断面積の感度係数は大きい。主要な核種反応は、U238 capture、Pu239 fission、Naのelasticとinelastic、Pu241 fissionなどである。(Naのinelasticは、今回の調整対象には入っておらず、今後追加することが望ましい。) 実機に特有なPu241 fissionを除いてはJUPITERの感度係数と類似している。

### 5.3 核設計精度の評価

各設計手法による設計予測精度の比較を、表5.1に示す。また、各々の予測精度の内訳を表5.2～表5.4に示す。さらに、炉定数調整前後の核断面積誤差に対する核種ごとの寄与を、各核特性ごとに表5.5(1)～(8)に示す。

#### (1) 実効増倍率

積分情報を用いない場合の予測誤差( $1\sigma$ )は約 $2\%\Delta k$ とかなり悪く、表5.2の内訳をみるとそのほぼすべてが基本炉定数の核断面積誤差に由来している。しかし、JFS-3-J2を用いた従来のJUPITER臨界実験のC/E値は、 $0.994(-0.6\%\Delta k)$ 程度であり、これほどは実験値と解析値の差はなく、感度係数による評価と矛盾しているように見える。この理由は必ずしも明確にはないが、91年度の修正炉定数共研の中で以下のような意見が出され、もっともらしいと考えられる。

「JENDL-2の作成時に、核データ評価者は積分実験データをにらみながら作業を行っており、核データの共分散に隠れた負の相関を与えていた(例えば、核分裂スペクトルが軟らかい場合は、U238の非弾性散乱を小さく評価して、全体のバランスをとることなど)可能性がある。このような隠れた負の相関は現在の共分散ファイルでは考慮されていないために、みかけ上断面積誤差が大きくなったのではないか。」

一方、バイアス補正法の設計精度は $0.70\% \Delta k$ 、炉定数調整法は $0.43\% \Delta k$ であるが、表5.3、表5.4の内訳をみると、どちらの手法でも断面積誤差が支配的である。

炉定数調整前後の各断面積誤差GMG'における核種毎の寄与を表5.5(1)に示すが、炉定数調整前は、U238やPu239の誤差の寄与がほとんどであった。しかし、炉定数調整を行うことにより、これらの核種の寄与は極めて小さくなる。誤差として残っているのは、Pu241の断面積誤差であるが、これは、調整に用いたJUPITER実験体系にはPu241が少なく、ほとんど感度がないためである。したがって、実機の実効増倍率については、今後Pu241に感度がある積分データを追加することにより、設計精度をさらに向上できる余地がある。

## (2) 増殖比(C28/F49反応率比で代用)

臨界実験の情報を用いない場合の設計精度は $5.9\%$ とかなり悪いが、表5.2に示すようにこのほとんど全てが核断面積誤差に由来している。寄与している核種反応は、表5.5(2)にあるようにU238 captureとPu239 fissionが大部分である。

バイアス法の精度は $2.3\%$ 、炉定数調整法の精度は $1.5\%$ であり、積分情報を用いることにより飛躍的に精度が向上した。バイアス法の場合、表5.3によれば断面積誤差の寄与はほぼゼロであり、設計精度の誤差は大部分がモックアップ体系の実験誤差からきている。これは、今回使用したモックアップ体系ZPPR-10Aが、60万kWe炉心のC28/F49反応率比に対しては非常によい模擬となっており、感度係数の差 $\Delta G$ がほぼゼロであるためと考えられる。

一方、炉定数調整法の場合は一見、核断面積誤差の寄与が大きいようにみえるが、(3.6)式から分かるように、これはGMG'の中に臨界実験解析誤差が含まれているためである。

結論として、増殖比に関してはJUPITER体系の60万kWe炉心に対する模擬度はすでに充分であり、これ以上設計精度を向上させるためには、臨界実験解析誤差の方を小さくしなければならない。

## (3) 出力分布(F49反応率分布で代用)

炉心中心に対する相対出力分布であるため、積分情報を用いない場合の精度は、炉心位置に依存して $1.7\sim 2.8\%$ と変化する。誤差に寄与する核種反応としては、表5.5(3)~(4)からU238のcaptureとinelasticの他にFeのelasticと $\mu$ が大きいと

いう特徴が分かる。

バイアス法の精度は1.9~2.5%であり、基準炉定数の精度と比べてほとんど精度の向上はない。これは、出力分布では実験解析誤差と比べて調整前のGMCの方が小さいという特徴があるため、バイアス補正による断面積誤差の減少と実験解析誤差の付加が相殺してしまったことによると考えられる。

一方、炉定数調整法の精度は1.3~2.2%とバイアス法よりやや精度がよいが、これは2.2節で述べたように、実験解析誤差がバイアス補正法のように設計精度に陽に現れないためである。炉定数調整後の誤差に残る核種反応は、Feのelasticと $\mu$ がほとんどである。

結論として、出力分布の核設計精度に対する断面積誤差の寄与は、バイアス法および炉定数調整法のどちらの手法でもかなり小さくなっており、実験および実機の解析誤差の精度を向上しないかぎり、これ以上の改良は望めない。

#### (4) 制御棒価値

積分情報を用いない場合の設計精度は、炉中心位置が4.9%と大きく、外側に行くにつれて第1リングが4.6%、第2リングが4.1%と次第に小さくなる。これは、感度係数が炉中心ほど大きいことと対応している。核断面積誤差に寄与している核種反応は、表5.5(5)~(7)によればU238 capture、Pu239 fission、Feのelasticと $\mu$ が主なものである。

バイアス法の精度は4.0~4.6%で、基準炉定数と比べてほとんど精度の向上はない。表5.3をみると、バイアス補正を行ってもほとんど核断面積誤差が小さくなっていないことが分かる。この原因は、とくに断面積誤差の中の $\beta_{eff}$ の寄与(約4%)が大きいためと考えられる。すなわち、設計では制御棒価値は $\Delta k$ 単位で評価しているために、 $\beta_{eff}$ に対する感度がないのに対し、臨界実験体系では制御棒価値は\$単位で測定されているため、 $\beta_{eff}$ に対して-1の感度がある。このため、(3.4)式の $\Delta GM \Delta G^i$ は、 $\beta_{eff}$ の誤差をそのまま受けしてしまうことになる。したがって、バイアス補正法で設計精度の向上を図るためには、\$単位で設計を行うか、または、 $\beta_{eff}$ の精度を高める必要がある。

一方、炉定数調整法の精度は2.8~3.1%とかなり精度がよくなったが、表5.4の内訳をみると断面積誤差の寄与がかなり小さくなっている。これは、 $\beta_{eff}$ も他の核断面積と同様に炉定数調整の対象としたためであると考えられる。したがって、炉定数調整法でこれ以上精度を向上させるためには、実機の設計解析誤差の縮小が必要である。

#### (5) Naボイド反応度

Naボイド反応度の設計精度は今回初めて評価したが、基準炉定数の精度9.7%の内訳では、核断面積誤差と、実機解析誤差の寄与がほぼ半々である。核断面積誤差に寄与している核種反応は、表5.5(8)によればPu239のfissionとcapture、U238

のcaptureとinelasticなどである。

バイアス法の設計精度は10.3%と基準炉定数よりも悪くなった。表5.3を表5.2と比べると、この原因は、バイアス法により断面積誤差はやや縮まったものの、基準炉定数にはない大きな実験解析誤差が付加されたためと考えられる。

一方、炉定数調整法の精度は7.1%となり、基準炉定数よりはややよくなった。設計精度の内訳をみると、設計解析誤差の寄与が大きく、これを小さくしないかぎり精度の向上はできない。

#### (6) 燃焼欠損反応度

今回は、燃焼核特性に対する感度を計算しなかったため、燃焼欠損反応度に対する設計精度は評価できない。表5.1には参考として、91年の原電共研で評価した設計精度を示した。この時の感度係数は、7群の直接計算で、重要と考えられる5反応(U238のcapture、Pu239のfission、capture、Pu240のcapture、Pu241のfission)の断面積を一つずつ変化させて求めたものである。

積分情報のない場合の燃焼欠損反応度に対する設計精度は約20%であるが、炉定数調整法では約1/2に向上することができる。一方バイアス補正法は、バイアス値がないため、燃焼欠損反応度に対しては適用できない。

表5.1 各設計手法による主要核特性の予測精度  
(H3年度60万kWe炉心)

1 $\sigma$ ベースの値 (%)

核特性	臨界実験の 情報なし	E/Cバイアス 補正法	炉定数 調整法
実効増倍率	2.06	0.70	0.43
燃焼欠損反応度	(19.1) <sup>*1)</sup>	-	(9.4) <sup>*1)</sup>
増殖比(C28/F49)	5.9	2.3	1.5
出力分布(F49)			
●内側炉心外端	1.7	1.9	1.3
●外側炉心中央	2.8	2.5	2.2
制御棒価値			
●炉中心	4.9	4.6	3.0
●リング1	4.6	4.6	3.1
●リング2	4.1	4.0	2.8
Naボイド反応度	9.7	10.3	7.1

\*1) 参考として、91年原電共同研究による評価値を示した。

表5.2 臨界実験の情報を用いない場合の設計精度の内訳

1 $\sigma$ ベースの値 (%)

核特性	核断面積誤差 [ $G^{(2)}MG^{(2)}$ ] <sup>1/2</sup>	設計解析誤差 [ $Vm^{(2)}$ ] <sup>1/2</sup>	誤差の合計 ( $G^{(2)}MG^{(2)}/合計^2 \times 100\%$ )
実効増倍率	2.04	0.28	2.06 (98%)
増殖比(C28/F49)	5.8	1.0	5.9 (97%)
出力分布			
● 内側炉心外端	1.3	1.1	1.7 (58%)
● 外側炉心中央	2.1	1.9	2.8 (54%)
制御棒価値			
● 炉中心	4.0	2.7	4.9 (69%)
● リング1	3.7	2.7	4.6 (65%)
● リング2	3.1	2.7	4.1 (57%)
Naボイド反応度	7.0	6.6	9.7 (53%)

表5.3 バイアス補正法による設計精度の内訳

1 $\sigma$ ベースの値 (%)

核特性	核断面積誤差 [ $\Delta GM \Delta G'$ ] <sup>1/2</sup>	実験・解析誤差 [ $Ve^{(m)} + \Delta Vm$ ] <sup>1/2</sup>	誤差の合計 ( $\Delta GM \Delta G'/合計^2 \times 100\%$ )
実効増倍率	0.65	0.27	0.70 (86%)
増殖比(C28/F49)	0.2	2.3	2.3 (1%)
出力分布			
● 内側炉心外端	0.9	1.7	1.9 (22%)
● 外側炉心中央	1.3	2.1	2.5 (27%)
制御棒価値			
● 炉中心	3.7	2.7	4.6 (65%)
● リング1	3.7	2.7	4.6 (65%)
● リング2	3.0	2.7	4.0 (55%)
Naボイド反応度	5.3	8.9	10.3 (26%)

表5.4 炉定数調整法による設計精度の内訳

1 $\sigma$ ベースの値 (%)

核特性	核断面積誤差 (+実験解析誤差) $[G^{(2)}M'G^{(2)}]^{1/2}$	設計解析誤差 $[Vm^{(2)} - NVm^{(12)} - Vm^{(12)}N]^{1/2}$	誤差の合計 $(G^{(2)}M'G^{(2)})/合計^2 \times 100\%$
実効増倍率	0.44	-0.08	0.43 (103%)
増殖比(C28/F49)	1.4	0.5	1.5 (89%)
出力分布			
● 内側炉心外端	0.6	1.1	1.3 (25%)
● 外側炉心中央	1.0	1.9	2.2 (22%)
制御棒価値			
● 炉中心	1.8	2.3	3.0 (38%)
● リング1	1.7	2.6	3.1 (29%)
● リング2	1.0	2.7	2.8 (12%)
Naボイド反応度	3.9	5.9	7.1 (30%)

表5.5(1) 核特性予測誤差における核種毎の寄与 (1) 実効増倍率

(a) 炉定数調整前

(b) 炉定数調整後

G M G UNCERTAINTY (STD.DEVIATION) OF K608

KEFF

G M G UNCERTAINTY (STD.DEVIATION) OF K608

KEFF

NO.	CROSS SECTION	GMG (%)	CONTRIBUTION TO VARIANCE (%)
1	949 CHI	0.32	2.46
2	6 CAP	0.00	0.00
3	8 ELA	0.03	0.03
4	8 INEL	0.00	0.00
5	8 NU	0.06	0.09
6	11 CAP	0.02	0.01
7	11 ELA	0.02	0.01
8	11 NU	0.06	0.10
9	24 NU	0.02	0.01
10	26 CAP	0.10	0.25
11	26 ELA	0.04	0.03
12	26 NU	0.10	0.23
13	28 NU	0.02	0.01
14	925 CAP	0.00	0.00
15	925 FIS	0.12	0.35
16	925 NU	0.04	0.04
17	925 INEL	0.00	0.00
18	928 CAP	1.01	24.45
19	928 FIS	0.31	2.29
20	928 NU	0.19	0.90
21	928 ELA	0.09	0.72
22	928 INEL	0.60	8.74
23	928 NU	0.08	0.16
24	949 CAP	0.30	2.18
25	949 FIS	1.47	51.87
26	949 NU	0.42	4.23
27	949 INEL	0.02	0.01
28	949 NU	0.01	0.00
29	940 CAP	0.12	0.34
30	940 NU	0.11	0.31
31	941 CAP	0.04	0.04
32	941 FIS	0.32	2.58
33	941 NU	0.33	2.63
34	925 CHI	0.01	0.00
	TOTAL ( DIAGONAL )	2.04	100.00
NO.	CORRECTION FACTOR		
1	U-235	0.00	0.00
2	U-238	0.00	0.00
3	U-239	0.00	0.00
4	U-240	0.00	0.00
5	U-241	0.00	0.00
6	U-242	0.00	0.00
	TOTAL ( CORRECTION )	0.00	0.00
	TOTAL	2.04	

NO.	CROSS SECTION	GMG (%)	CONTRIBUTION TO VARIANCE (%)
1	949 CHI	0.09	4.22
2	6 CAP	0.00	0.00
3	8 ELA	0.02	0.32
4	8 INEL	0.00	0.00
5	8 NU	0.01	0.11
6	11 CAP	0.01	0.04
7	11 ELA	0.02	0.12
8	11 NU	0.03	0.60
9	24 NU	0.01	0.07
10	26 CAP	0.04	0.77
11	26 ELA	0.02	0.32
12	26 NU	0.06	1.62
13	28 NU	0.01	0.07
14	925 CAP	0.02	0.13
15	925 FIS	0.03	0.55
16	925 NU	0.02	0.15
17	925 INEL	0.00	0.00
18	928 CAP	0.09	4.63
19	928 FIS	0.06	1.77
20	928 NU	0.06	1.97
21	928 ELA	0.01	0.02
22	928 INEL	0.08	3.42
23	928 NU	0.04	0.89
24	949 CAP	0.05	1.41
25	949 FIS	0.13	9.23
26	949 NU	0.12	2.06
27	949 INEL	0.00	0.00
28	949 NU	0.00	0.00
29	940 CAP	0.10	3.35
30	940 NU	0.07	2.33
31	941 CAP	0.04	0.86
32	941 FIS	0.22	28.27
33	941 NU	0.22	43.60
34	925 CHI	0.00	0.00
	TOTAL ( DIAGONAL )	0.44	100.00
NO.	CORRECTION FACTOR		
1	U-235	0.00	0.00
2	U-238	0.00	0.00
3	U-239	0.00	0.00
4	U-240	0.00	0.00
5	U-241	0.00	0.00
6	U-242	0.00	0.00
	TOTAL ( CORRECTION )	0.00	0.00
	TOTAL	0.44	



表5.5 (2) 核特性予測誤差における核種毎の寄与 (2) 増殖比(C28/F49反応率比)

(a) 炉定数調整前

(b) 炉定数調整後

G M G UNCERTAINTY (STD.DEVIATION) OF B60B C28(ICC,CC)/F49(ICC,CC)

G M G UNCERTAINTY (STD.DEVIATION) OF B60B C28(ICC,CC)/F49(ICC,CC)

NO.	CROSS SECTION	GMG (%)	CONTRIBUTION TO VARIANCE (%)
1	949 CHI	0.21	0.14
2	6 CAP	0.00	0.00
3	8 ELA	0.15	0.07
4	8 INEL	0.00	0.00
5	8 MU	0.01	0.00
6	11 CAP	0.01	0.00
7	11 ELA	0.14	0.06
8	11 MU	0.01	0.00
9	24 MU	0.00	0.00
10	26 CAP	0.06	0.01
11	26 ELA	0.12	0.04
12	26 MU	0.02	0.00
13	28 MU	0.00	0.00
14	925 CAP	0.01	0.00
15	925 FIS	0.08	0.02
16	925 MU	0.00	0.00
17	925 INEL	0.00	0.00
18	928 CAP	4.15	51.45
19	928 FIS	0.00	0.00
20	928 MU	0.00	0.00
21	928 ELA	0.07	0.01
22	928 INEL	0.72	1.55
23	928 MU	0.01	0.00
24	949 CAP	0.74	1.65
25	949 FIS	3.88	45.00
26	949 MU	0.00	0.00
27	949 INEL	0.02	0.00
28	949 MU	0.00	0.00
29	940 CAP	0.07	0.01
30	940 MU	0.00	0.00
31	941 CAP	0.03	0.00
32	941 FIS	0.07	0.01
33	941 MU	0.00	0.00
34	925 CHI	0.01	0.00
	TOTAL ( DIAGONAL )	5.78	100.00
NO.	CORRECTION FACTOR		
1	U-235	0.00	0.00
2	U-238	0.00	0.00
3	U-239	0.00	0.00
4	U-240	0.00	0.00
5	U-241	0.00	0.00
6	U-242	0.00	0.00
	TOTAL ( CORRECTION )	0.00	0.00
	TOTAL	5.78	

NO.	CROSS SECTION	GMG (%)	CONTRIBUTION TO VARIANCE (%)
1	949 CHI	0.15	1.24
2	6 CAP	0.00	0.00
3	8 ELA	0.07	0.07
4	8 INEL	0.00	0.00
5	8 MU	0.01	0.00
6	11 CAP	0.01	0.01
7	11 ELA	0.08	0.35
8	11 MU	0.02	0.01
9	24 MU	0.00	0.00
10	26 CAP	0.00	0.45
11	26 ELA	0.01	0.00
12	26 MU	0.02	0.03
13	28 MU	0.00	0.00
14	925 CAP	0.02	0.02
15	925 FIS	0.02	0.02
16	925 MU	0.00	0.00
17	925 INEL	0.00	0.00
18	928 CAP	1.01	53.85
19	928 FIS	0.01	0.00
20	928 MU	0.02	0.02
21	928 ELA	0.02	0.02
22	928 INEL	0.76	3.46
23	928 MU	0.01	0.00
24	949 CAP	0.37	7.12
25	949 FIS	0.90	42.97
26	949 MU	0.03	0.04
27	949 INEL	0.01	0.01
28	949 MU	0.00	0.00
29	940 CAP	0.08	0.30
30	940 MU	0.01	0.00
31	941 CAP	0.03	0.03
32	941 FIS	0.07	0.23
33	941 MU	0.01	0.01
34	925 CHI	0.00	0.00
	TOTAL ( DIAGONAL )	1.38	100.00
NO.	CORRECTION FACTOR		
1	U-235	0.00	0.00
2	U-238	0.00	0.00
3	U-239	0.00	0.00
4	U-240	0.00	0.00
5	U-241	0.00	0.00
6	U-242	0.00	0.00
	TOTAL ( CORRECTION )	0.00	0.00
	TOTAL	1.38	

表5.5 (3) 核特性予測誤差における核種毎の寄与 (3) 出力分布(F49反応率分布) - 内筒炉心外端

(a) 炉定数調整前

(b) 炉定数調整後

G M G UNCERTAINTY (STD. DEVIATION) OF B608 F49(ICE,CC)/F49(ICC,CC)

NO.	CROSS SECTION	GMG (Z)	CONTRIBUTION TO VARIANCE (Z)
1	949 CHI	0.15	1.24
2	6 CAP	0.00	0.00
3	8 ELA	0.11	0.76
4	8 INEL	0.00	0.00
5	8 MU	0.11	0.72
6	11 CAP	0.01	0.01
7	11 ELA	0.22	2.81
8	11 MU	0.10	0.57
9	24 MU	0.10	0.54
10	26 CAP	0.04	0.11
11	26 FLA	0.44	11.23
12	26 MU	0.55	17.92
13	28 MU	0.03	0.05
14	925 CAP	0.00	0.00
15	925 FIS	0.05	0.13
16	925 NU	0.01	0.00
17	925 INEL	0.00	0.00
18	928 CAP	0.76	34.51
19	928 FIS	0.11	0.75
20	928 MU	0.06	0.11
21	928 ELA	0.12	0.31
22	928 INEL	0.62	22.45
23	928 NU	0.13	1.02
24	949 CAP	0.07	0.32
25	949 FIS	0.26	4.02
26	949 NU	0.08	0.42
27	949 INEL	0.01	0.00
28	949 MU	0.02	0.03
29	940 CAP	0.04	0.09
30	940 NU	0.03	0.05
31	941 CAP	0.02	0.04
32	941 FIS	0.10	0.56
33	941 NU	0.07	0.30
34	925 CHI	0.00	0.00
TOTAL ( DIAGONAL )		1.30	100.00
CORRECTION FACTOR			
1	U-235	0.00	0.00
2	U-238	0.00	0.00
3	U-239	0.00	0.00
4	U-240	0.00	0.00
5	U-241	0.00	0.00
6	U-242	0.00	0.00
TOTAL ( CORRECTION )		0.00	0.00
TOTAL		1.30	

G M G UNCERTAINTY (STD. DEVIATION) OF B608 F49(ICE,CC)/F49(ICC,CC)

NO.	CROSS SECTION	GMG (Z)	CONTRIBUTION TO VARIANCE (Z)
1	949 CHI	0.04	-0.34
2	6 CAP	0.00	0.00
3	8 ELA	0.04	0.45
4	8 INEL	0.00	0.00
5	8 MU	0.08	-1.58
6	11 CAP	0.00	0.00
7	11 ELA	0.16	6.05
8	11 MU	0.03	-0.75
9	24 MU	0.03	1.52
10	26 CAP	0.02	-0.07
11	26 FLA	0.35	30.90
12	26 MU	0.46	53.54
13	28 MU	0.02	0.10
14	925 CAP	0.01	0.02
15	925 FIS	0.01	0.04
16	925 NU	0.00	0.00
17	925 INEL	0.00	0.00
18	928 CAP	0.15	5.95
19	928 FIS	0.04	-0.44
20	928 MU	0.02	0.11
21	928 ELA	0.04	-1.51
22	928 INEL	0.15	5.92
23	928 NU	0.14	-5.02
24	949 CAP	0.04	0.24
25	949 FIS	0.03	0.30
26	949 NU	0.03	0.29
27	949 INEL	0.00	0.00
28	949 MU	0.01	0.03
29	940 CAP	0.03	0.30
30	940 NU	0.03	0.20
31	941 CAP	0.02	0.15
32	941 FIS	0.09	2.24
33	941 NU	0.07	1.33
34	925 CHI	0.00	0.00
TOTAL ( DIAGONAL )		0.63	100.00
CORRECTION FACTOR			
1	U-235	0.00	0.00
2	U-238	0.00	0.00
3	U-239	0.00	0.00
4	U-240	0.00	0.00
5	U-241	0.00	0.00
6	U-242	0.00	0.00
TOTAL ( CORRECTION )		0.00	0.00
TOTAL		0.63	

表5.5(4) 核特性予測誤差における核種毎の寄与 (4) 出力分布(F49反応率分布) - 外側炉心中央

(a) 炉定数調整前

(b) 炉定数調整後

G M G UNCERTAINTY (STD.DEVIATION) OF B60B F49(CCM,CC)/F49(CCC,CC)

G M G UNCERTAINTY (STD.DEVIATION) OF B60B F49(CCM,CC)/F49(CCC,CC)

NO.	CROSS SECTION	G M G (X)	CONTRIBUTION TO VARIANCE (X)
1	949 CHI	0.21	1.07
2	6 CAP	0.00	0.00
3	8 ELLA	0.16	0.62
4	8 INEL	0.00	0.00
5	8 MU	0.17	0.68
6	11 CAP	0.03	0.02
7	11 ELLA	0.15	0.57
8	11 MU	0.11	0.27
9	24 MU	0.16	0.61
10	26 CAP	0.07	0.17
11	26 ELLA	0.70	11.66
12	26 MU	0.93	20.43
13	28 MU	0.04	0.04
14	925 CAP	0.01	0.00
15	925 FIS	0.06	0.10
16	925 MU	0.01	0.00
17	925 INEL	0.00	0.00
18	928 CAP	1.20	34.57
19	928 FIS	0.17	0.71
20	928 MU	0.09	0.18
21	928 ELLA	0.19	0.83
22	928 INEL	0.89	18.86
23	928 MU	0.20	0.96
24	949 CAP	0.06	-0.09
25	949 FIS	0.59	8.16
26	949 MU	0.12	0.37
27	949 INEL	0.01	0.00
28	949 MU	0.04	0.03
29	940 CAP	0.06	0.09
30	940 MU	0.04	0.05
31	941 CAP	0.04	0.03
32	941 FIS	0.14	0.48
33	941 MU	0.10	0.25
34	925 CHI	0.01	0.00
	TOTAL ( DIAGONAL )	2.05	100.01
NO.	CORRECTION FACTOR		
1	U-235	0.00	0.00
2	U-238	0.00	0.00
3	U-239	0.00	0.00
4	U-240	0.00	0.00
5	U-241	0.00	0.00
6	U-242	0.00	0.00
	TOTAL ( CORRECTION )	0.00	0.00
	TOTAL	2.05	

NO.	CROSS SECTION	G M G (X)	CONTRIBUTION TO VARIANCE (X)
1	949 CHI	0.05	0.21
2	6 CAP	0.00	0.00
3	8 ELLA	0.05	0.27
4	8 INEL	0.00	0.00
5	8 MU	0.14	1.75
6	11 CAP	0.01	0.01
7	11 ELLA	0.05	0.22
8	11 MU	0.07	0.54
9	24 MU	0.13	1.73
10	26 CAP	0.03	0.07
11	26 ELLA	0.57	31.64
12	26 MU	0.72	58.01
13	28 MU	0.03	0.07
14	925 CAP	0.01	0.01
15	925 FIS	0.07	0.03
16	925 MU	0.00	0.00
17	925 INEL	0.00	0.00
18	928 CAP	0.24	5.54
19	928 FIS	0.07	0.48
20	928 MU	0.03	0.11
21	928 ELLA	0.17	1.37
22	928 INEL	0.23	5.78
23	928 MU	0.23	5.18
24	949 CAP	0.13	1.52
25	949 FIS	0.23	4.52
26	949 MU	0.05	0.21
27	949 INEL	0.00	0.00
28	949 MU	0.01	0.02
29	940 CAP	0.05	0.26
30	940 MU	0.04	0.13
31	941 CAP	0.04	0.13
32	941 FIS	0.14	1.83
33	941 MU	0.11	1.06
34	925 CHI	0.00	0.00
	TOTAL ( DIAGONAL )	1.02	100.00
NO.	CORRECTION FACTOR		
1	U-235	0.00	0.00
2	U-238	0.00	0.00
3	U-239	0.00	0.00
4	U-240	0.00	0.00
5	U-241	0.00	0.00
6	U-242	0.00	0.00
	TOTAL ( CORRECTION )	0.00	0.00
	TOTAL	1.02	

表5.5 (5) 核特性予測誤差における核種毎の寄与 (5) 制御棒価値—中心制御棒

(a) 炉定数調整前

(b) 炉定数調整後

G M G UNCERTAINTY (STD.DEVIATION) OF 8608 CENTER CR WORTH

G M G UNCERTAINTY (STD.DEVIATION) OF 8608 CENTER CR WORTH

NO.	CROSS SECTION	G M G (Σ)	CONTRIBUTION TO VARIANCE (Σ)
1	549 CHI	0.34	0.72
2	8 CAP	0.00	0.00
3	8 ELA	0.39	2.93
4	8 INEL	0.00	0.00
5	8 MU	0.51	1.40
6	11 CAP	0.06	0.02
7	11 ELA	0.66	2.69
8	11 MU	0.46	1.33
9	24 MU	0.26	0.43
10	26 CAP	0.24	0.36
11	26 ELA	1.12	7.67
12	26 MU	1.44	12.69
13	28 MU	0.15	0.13
14	925 CAP	0.00	0.00
15	925 FIS	0.12	0.09
16	925 NU	0.03	-0.01
17	925 INEL	0.00	0.00
18	928 CAP	1.83	20.53
19	928 FIS	0.48	1.44
20	928 MU	0.18	0.19
21	928 ELA	0.09	-0.05
22	928 INEL	0.53	1.75
23	928 MU	0.69	2.90
24	949 CAP	0.02	0.00
25	949 FIS	2.59	41.22
26	949 NU	0.26	0.41
27	949 INEL	0.02	0.00
28	949 MU	0.08	0.04
29	940 CAP	0.11	0.07
30	940 NU	0.22	0.30
31	941 CAP	0.05	0.02
32	941 FIS	0.51	1.59
33	941 MU	0.39	0.93
34	925 CHI	0.01	0.00
	TOTAL ( DIAGONAL )	4.03	100.00
NO.	CORRECTION FACTOR		
1	U-235	0.00	0.00
2	U-238	0.00	0.00
3	U-239	0.00	0.00
4	U-240	0.00	0.00
5	U-241	0.00	0.00
6	U-242	0.00	0.00
	TOTAL ( CORRECTION )	0.00	0.00
	TOTAL	4.03	

NO.	CROSS SECTION	G M G (Σ)	CONTRIBUTION TO VARIANCE (Σ)
1	949 CHI	0.72	1.47
2	8 CAP	0.00	0.00
3	8 ELA	0.19	1.12
4	8 INEL	0.00	0.00
5	8 MU	0.28	2.29
6	11 CAP	0.03	0.02
7	11 ELA	0.46	6.30
8	11 MU	0.20	1.15
9	24 MU	0.20	1.20
10	26 CAP	0.19	1.03
11	26 ELA	0.83	20.66
12	26 MU	1.10	35.79
13	28 MU	0.11	0.38
14	925 CAP	0.04	0.05
15	925 FIS	0.05	-0.07
16	925 NU	0.01	0.00
17	925 INEL	0.00	0.00
18	928 CAP	0.66	12.84
19	928 FIS	0.13	0.49
20	928 MU	0.13	0.47
21	928 ELA	0.30	2.65
22	928 INEL	0.37	4.07
23	928 MU	0.54	8.66
24	949 CAP	0.16	0.75
25	949 FIS	0.69	14.10
26	949 NU	0.10	0.28
27	949 INEL	0.01	0.00
28	949 MU	0.03	0.02
29	940 CAP	0.08	0.11
30	940 NU	0.14	0.58
31	941 CAP	0.05	0.08
32	941 FIS	0.49	7.17
33	941 MU	0.34	3.48
34	925 CHI	0.01	0.00
	TOTAL ( DIAGONAL )	1.83	100.01
NO.	CORRECTION FACTOR		
1	U-235	0.00	0.00
2	U-238	0.00	0.00
3	U-239	0.00	0.00
4	U-240	0.00	0.00
5	U-241	0.00	0.00
6	U-242	0.00	0.00
	TOTAL ( CORRECTION )	0.00	0.00
	TOTAL	1.83	

表5.5 (6) 核特性予測誤差における核種毎の寄与 (6) 制御棒価値-第1リング制御棒

(a) 炉定数調整前

(b) 炉定数調整後

G M G UNCERTAINTY (STD.DEVIATION) OF B6GB

1-51 RING CR WORTH

G M G UNCERTAINTY (STD.DEVIATION) OF B6GB

1-51 RING CR WORTH

NO.	CROSS SECTION	G M G (Σ)	CONTRIBUTION TO VARIANCE (Σ)
1	949 CHI	0.28	0.56
2	6 CAP	0.00	0.00
3	8 ELA	0.40	1.21
4	8 INEL	0.00	0.00
5	8 MU	0.55	2.23
6	11 CAP	0.04	0.01
7	11 ELA	0.67	3.29
8	11 MU	0.51	1.96
9	24 MU	0.25	0.46
10	26 CAP	0.23	0.40
11	26 ELA	1.06	7.42
12	26 MU	1.34	15.31
13	28 MU	0.16	0.18
14	925 CAP	0.00	0.00
15	925 FIS	0.12	0.10
16	925 MU	0.03	0.01
17	925 INEL	0.00	0.00
18	928 CAP	1.32	12.89
19	928 FIS	0.53	2.12
20	928 MU	0.20	0.30
21	928 ELA	0.09	0.06
22	928 INEL	0.61	2.74
23	928 MU	0.74	4.07
24	949 CAP	0.26	0.50
25	949 FIS	2.40	42.98
26	949 MU	0.26	0.50
27	949 INEL	0.02	0.00
28	949 MU	0.09	0.06
29	940 CAP	0.08	0.05
30	940 MU	0.21	0.31
31	941 CAP	0.04	0.01
32	941 FIS	0.44	1.43
33	941 MU	0.36	0.96
34	925 CHI	0.01	0.00
	TOTAL ( DIAGONAL )	3.67	100.00
NO.	CORRECTION FACTOR		
1	U-235	0.00	0.00
2	U-238	0.00	0.00
3	U-239	0.00	0.00
4	U-240	0.00	0.00
5	U-241	0.00	0.00
6	U-242	0.00	0.00
	TOTAL ( CORRECTION )	0.00	0.00
	TOTAL	3.67	

NO.	CROSS SECTION	G M G (Σ)	CONTRIBUTION TO VARIANCE (Σ)
1	949 CHI	0.16	0.90
2	6 CAP	0.00	0.00
3	8 ELA	0.22	1.79
4	8 INEL	0.00	0.00
5	8 MU	0.22	1.74
6	11 CAP	0.02	0.02
7	11 ELA	0.47	7.99
8	11 MU	0.25	2.39
9	24 MU	0.15	1.31
10	26 CAP	0.17	1.13
11	26 ELA	0.79	22.98
12	26 MU	1.01	37.41
13	28 MU	0.12	0.57
14	925 CAP	0.04	0.05
15	925 FIS	0.02	0.02
16	925 MU	0.00	0.00
17	925 INEL	0.00	0.00
18	928 CAP	0.44	7.14
19	928 FIS	0.20	1.51
20	928 MU	0.14	0.24
21	928 ELA	0.29	3.04
22	928 INEL	0.36	4.81
23	928 MU	0.50	6.34
24	949 CAP	0.06	0.12
25	949 FIS	0.58	17.51
26	949 MU	0.05	0.11
27	949 INEL	0.00	0.00
28	949 MU	0.04	0.05
29	940 CAP	0.06	0.13
30	940 MU	0.13	0.58
31	941 CAP	0.04	0.06
32	941 FIS	0.41	4.50
33	941 MU	0.31	3.54
34	925 CHI	0.01	0.00
	TOTAL ( DIAGONAL )	1.65	100.00
NO.	CORRECTION FACTOR		
1	U-235	0.00	0.00
2	U-238	0.00	0.00
3	U-239	0.00	0.00
4	U-240	0.00	0.00
5	U-241	0.00	0.00
6	U-242	0.00	0.00
	TOTAL ( CORRECTION )	0.00	0.00
	TOTAL	1.65	

表5.5 (7) 核特性予測誤差における核種毎の寄与 (7) 制御棒価値—第2リング制御棒

(a) 炉定数調整前

(b) 炉定数調整後

G M G UNCERTAINTY (STD.DEVIATION) OF R608 2-ND RING CR WORTH			
NO.	CROSS SECTION	GMG (Σ)	CONTRIBUTION TO VARIANCE (Σ)
1	949 CHI	0.74	5.74
2	6 CAP	0.00	0.00
3	8 ELA	0.08	0.07
4	8 INEL	0.01	0.00
5	8 MU	0.12	0.15
6	11 CAP	0.02	0.00
7	11 ELA	0.25	0.66
8	11 MU	0.12	0.14
9	24 MU	0.04	0.02
10	26 CAP	0.05	0.03
11	26 ELA	0.22	0.51
12	26 MU	0.20	0.43
13	28 MU	0.04	0.02
14	925 CAP	0.00	0.00
15	925 FIS	0.19	0.40
16	925 MU	0.04	0.01
17	925 INEL	0.00	0.00
18	928 CAP	0.20	0.41
19	928 FIS	0.78	6.26
20	928 MU	0.32	1.09
21	928 ELA	0.17	0.29
22	928 INEL	1.17	14.17
23	928 MU	0.18	0.33
24	949 CAP	0.38	1.50
25	949 FIS	2.50	54.89
26	949 MU	0.32	1.05
27	949 INEL	0.03	0.01
28	949 MU	0.02	0.00
29	940 CAP	0.05	0.03
30	940 MU	0.14	0.22
31	941 CAP	0.02	0.00
32	941 FIS	0.32	1.08
33	941 MU	0.21	0.47
34	925 CHI	0.02	0.00
	TOTAL ( DIAGONAL )	3.10	100.00
NO.	CORRECTION FACTOR		
1	U-235	0.00	0.00
2	U-238	0.00	0.00
3	U-239	0.00	0.00
4	U-240	0.00	0.00
5	U-241	0.00	0.00
6	U-242	0.00	0.00
	TOTAL ( CORRECTION )	0.00	0.00
	TOTAL	3.10	

G M G UNCERTAINTY (STD.DEVIATION) OF R608 2-ND RING CR WORTH			
NO.	CROSS SECTION	GMG (Σ)	CONTRIBUTION TO VARIANCE (Σ)
1	949 CHI	0.34	12.24
2	6 CAP	0.00	0.00
3	8 ELA	0.05	0.40
4	8 INEL	0.00	0.00
5	8 MU	0.11	1.26
6	11 CAP	0.01	0.01
7	11 ELA	0.21	4.65
8	11 MU	0.05	0.24
9	24 MU	0.02	0.03
10	26 CAP	0.03	0.08
11	26 ELA	0.15	2.47
12	26 MU	0.10	1.14
13	28 MU	0.03	0.12
14	925 CAP	0.01	0.02
15	925 FIS	0.08	0.75
16	925 MU	0.00	0.00
17	925 INEL	0.00	0.00
18	928 CAP	0.03	0.12
19	928 FIS	0.03	0.08
20	928 MU	0.19	3.96
21	928 ELA	0.10	1.02
22	928 INEL	0.12	3.40
23	928 MU	0.17	3.17
24	949 CAP	0.24	5.05
25	949 FIS	0.73	56.73
26	949 MU	0.11	1.20
27	949 INEL	0.01	0.02
28	949 MU	0.01	0.02
29	940 CAP	0.05	0.30
30	940 MU	0.08	0.54
31	941 CAP	0.02	0.05
32	941 FIS	0.32	11.02
33	941 MU	0.16	2.86
34	925 CHI	0.01	0.01
	TOTAL ( DIAGONAL )	0.96	100.00
NO.	CORRECTION FACTOR		
1	U-235	0.00	0.00
2	U-238	0.00	0.00
3	U-239	0.00	0.00
4	U-240	0.00	0.00
5	U-241	0.00	0.00
6	U-242	0.00	0.00
	TOTAL ( CORRECTION )	0.00	0.00
	TOTAL	0.96	

表5.5 (8) 核特性予測誤差における核種毎の寄与 (8) Naボイド反応度

(a) 炉定数調整前

(b) 炉定数調整後

G M UNCERTAINTY (STD.DEVIATION) OF B60B NA VOID

G M G UNCERTAINTY (STD.DEVIATION) OF B60B NA VOID

NO.	CROSS SECTION	GM-G (Z)	CONTRIBUTION TO VARIANCE (Z)
1	949 CHI	0.22	0.10
2	6 CAP	0.00	0.00
3	8 ELA	0.09	0.02
4	8 INEL	0.02	0.00
5	8 MU	1.07	2.31
6	11 CAP	0.72	1.05
7	11 ELA	0.97	1.89
8	11 MU	0.94	1.79
9	24 MU	0.19	0.07
10	26 CAP	1.18	2.80
11	26 ELA	0.35	0.25
12	26 MU	0.97	1.89
13	28 MU	0.70	0.88
14	925 CAP	0.02	0.00
15	925 FIS	0.33	0.22
16	925 MU	0.05	0.00
17	925 INEL	0.00	0.00
18	928 CAP	3.14	19.97
19	928 FIS	0.13	0.04
20	928 MU	0.16	0.05
21	928 ELA	0.71	1.03
22	928 INEL	2.31	10.83
23	928 MU	0.83	1.38
24	949 CAP	2.59	13.54
25	949 FIS	2.93	31.26
26	949 MU	0.92	1.72
27	949 INEL	0.06	0.01
28	949 MU	0.09	0.02
29	940 CAP	0.65	0.86
30	940 MU	0.01	0.00
31	941 CAP	0.28	0.16
32	941 FIS	1.62	5.28
33	941 MU	0.83	1.38
34	925 CHI	0.01	0.00
	TOTAL ( DIAGONAL )	7.03	100.00
NO.	CORRECTION FACTER		
1	U-235	0.00	0.00
2	U-238	0.00	0.00
3	U-239	0.00	0.00
4	U-240	0.00	0.00
5	U-241	0.00	0.00
6	U-242	0.00	0.00
	TOTAL ( CORRECTION )	0.00	0.00
	TOTAL	7.03	

NO.	CROSS SECTION	GM-G (Z)	CONTRIBUTION TO VARIANCE (Z)
1	949 CHI	0.05	-0.01
2	6 CAP	0.00	0.00
3	8 ELA	0.04	0.01
4	8 INEL	0.01	0.00
5	8 MU	0.67	3.04
6	11 CAP	0.53	1.87
7	11 ELA	0.64	2.75
8	11 MU	0.80	4.32
9	24 MU	0.14	0.13
10	26 CAP	0.70	3.28
11	26 ELA	0.10	0.06
12	26 MU	0.68	3.06
13	28 MU	0.17	0.21
14	925 CAP	0.05	-0.02
15	925 FIS	0.19	0.26
16	925 MU	0.02	0.00
17	925 INEL	0.00	0.00
18	928 CAP	1.82	21.77
19	928 FIS	0.07	-0.03
20	928 MU	0.22	0.32
21	928 ELA	0.32	0.71
22	928 INEL	0.89	5.32
23	928 MU	0.08	0.04
24	949 CAP	0.80	4.31
25	949 FIS	1.96	25.83
26	949 MU	0.18	0.23
27	949 INEL	0.04	0.01
28	949 MU	0.06	0.02
29	940 CAP	0.57	2.19
30	940 MU	0.10	0.07
31	941 CAP	0.27	0.51
32	941 FIS	1.54	15.94
33	941 MU	0.76	3.85
34	925 CHI	0.01	0.00
	TOTAL ( DIAGONAL )	3.85	100.00
NO.	CORRECTION FACTER		
1	U-235	0.00	0.00
2	U-238	0.00	0.00
3	U-239	0.00	0.00
4	U-240	0.00	0.00
5	U-241	0.00	0.00
6	U-242	0.00	0.00
	TOTAL ( CORRECTION )	0.00	0.00
	TOTAL	3.85	

## 第6章 結言

大型高速炉の核設計手法を高度化することを目的として、これまでに整備してきた炉定数調整法のシステムおよびデータを、H3年度にプラント室が設計した60万kWe級炉心に全面的に適用し、従来の設計手法であるE/Cバイアス補正法と比較検討することによりその特徴および性能を評価した。以下に、本研究から得られた知見をまとめる。

(1) JUPITER臨界実験などの情報を実機核設計に反映する方法として、積分実験情報を用いず基本炉定数のみで設計する場合、バイアス補正法を適用する場合、炉定数調整法を適用する場合の3種について、各々の核設計精度の評価式を整理し、その物理的意味を明らかにした。

- 臨界実験解析結果を実機に反映する手段として、バイアス補正法が実機設計体系の核特性計算値へのE/C値補正であるのに対し、炉定数調整法では基本炉定数を修正する。すなわち実機核特性の予測精度を向上させる原理として、バイアス補正法が実機設計体系と臨界実験体系の模擬度がよいことを利用するのにに対し、炉定数調整法はベイズの条件付確率推定法を用いて核断面積の共分散を縮小させる点が異なる。
- 設計に反映できる実験の数は、バイアス補正法ではもっとも模擬度の良いひとつのモックアップ実験のみであるのに対し、炉定数調整法では原理的には世の中の全ての実験が可能である。また、臨界実験では測定できない燃焼核特性などへの適用性や実機設計が変更になった時の柔軟性についても炉定数調整法の方が有利である。
- 設計ノミナル値の決定については、バイアス補正法では暗にモックアップ体系の実験値を、真値に最も近いものとしてみなしていることになる。一方、炉定数調整法では、核データ評価、着目している以外の核特性、実験解析誤差などの全ての関連する物理量の整合をとっているために、無理に実験のC/E値が1.0になるような補正は行わない。

(2) H3年度の60万kWe級炉心について、上記の3手法による設計ノミナル値を評価し分析した。H3年度設計はバイアス補正法を用いて行ったが、炉定数調整法と比較して一部の核特性にはやや違いがみられるものの、炉心性能や安全基準の観点から全体的には妥当なものであったと判断できる。以下に、設計手法による設計ノミナル値の比較結果を各核特性ごとにまとめる。

- 実効増倍率については、炉定数調整法を用いればややPu富化度を上げることになると予想される。
- バイアス補正法では燃焼反応度の補正はできないが、炉定数調整法を用いると基本炉定数による計算値より約9%大きくなる。



- 増殖比については、炉定数調整法によれば約2%小さくなる。
- 制御棒価値については、主炉停止系はほとんど差がないが、後備炉停止系については炉定数調整法の方が約5%大きくなる。
- 最大線出力については、バイアス法と炉定数調整法に有意な差はない。
- Naボイド反応度は、炉定数調整法の方が約18%大きくなる。
- ドップラー反応度は、炉定数調整法の方が約11%小さいが、これは臨界実験データを現在の炉定数調整法では反映できていないためであり、今後の課題である。

(3) H3年度の60万kWe級炉心について、上記の3手法による核設計精度を評価し比較した。この結果、大型FBR炉心に対する核設計手法として、E/Cバイアス補正法に対する炉定数調整法の全般的な優位性が示された。(ここで示す誤差値は全て1 $\sigma$ ベースである。)

- 実効増倍率については、基本炉定数の精度約2.1% $\Delta k$ から、JUPITER臨界実験情報を反映すれば飛躍的に精度は向上するが、定量的にはバイアス補正法が0.70% $\Delta k$ 、炉定数調整法が0.43% $\Delta k$ であり後者の方が優位である。誤差の内訳ではどちらも実機に特有なPu241の断面積誤差からの寄与が大きく、今後Pu241に感度がある積分実験データを追加すれば、予測精度を向上させる余地がある。
- 増殖比については、基本炉定数の精度は5.9%とかなり悪いが、JUPITERの情報を用いれば、バイアス補正法が2.3%、炉定数調整法が1.5%とどちらも大きく向上する。しかし、これ以上精度を良くするためには、核断面積データの改良よりはむしろ、臨界実験解析の精度を向上させなければならない。
- 出力分布に対するバイアス法の精度は1.9~2.5%であり、基準炉定数の精度1.7~2.8%と比べてほとんど精度の向上はないが、炉定数調整法の精度は1.3~2.2%でありややよくなっている。精度の内訳をみると、出力分布の核設計精度に対する断面積誤差の寄与は、バイアス法および炉定数調整法のどちらの手法でもかなり小さくなっており、実験および実機の解析誤差の精度を向上しないかぎり、これ以上の改良は望めない。
- 制御棒価値については、バイアス法の精度は4.0~4.6%で、基準炉定数の4.1~4.9%と比べてほとんど精度の向上はない。これは断面積誤差の中の $\beta_{eff}$ の寄与(約4%)が大きいためと考えられる。一方、炉定数調整法の精度は2.8~3.1%とかなり精度がよくなったが、これは、 $\beta_{eff}$ も他の核断面積と同様に炉定数調整の対象としたためである。炉定数調整法でこれ以上精度を向上させるためには、実機の設計解析誤差の縮小が必要であると考えられる。
- Naボイド反応度の特徴として、基準炉定数の精度9.7%の内訳では、核断面積誤差と設計解析誤差の寄与がほぼ半々である点がある。バイアス法の設計精度は10.3%と基準炉定数よりも悪くなった。この原因は、バイアス法により断面

積誤差はやや縮まったものの、基準炉定数にはない大きな実験解析誤差が付加されたためである。一方、炉定数調整法の精度は7.1%となり、基準炉定数よりはややよくなった。設計精度の内訳をみると、設計解析誤差の寄与が大きく、全体の予測精度を向上させるためにはこれを小さくする必要がある。

総合的な結論として、これまでに整備してきた炉定数調整法のシステムおよびデータは、大型高速炉の核設計に対する十分な適用性を備えており、従来のバイアス補正法と比較して核特性の予測精度をいっそう向上できる性能を有すると判断できる。

炉定数調整法に関する研究の第2ステップとして、今後の開発課題には以下のような項目がある。

a. 燃焼核特性のシステムへの取り入れ

現在の炉定数調整システムは、燃焼により原子数密度が変化する場合は考慮した核特性の感度を計算することができない。燃焼欠損反応度等の設計精度を評価するため、および、常陽等の実機燃焼特性の測定結果を炉定数調整に取り入れるためには、燃焼感度を計算する機能を付加する必要がある。

b. 積分データの拡張

現在炉定数調整に使用している積分データは、JUPITER臨界実験からの82個のC/E値およびその実験解析誤差である。しかし、JUPITERには高次化Pu置換実験などまだ使用していない有用なデータがあり、またJUPITER以外にも、我が国には、原研の高速炉臨界実験装置FCAや、実機高速実験炉である常陽の豊富な実験データがある。炉物理的なデータの整合性を確認した上で、これらのデータを有効に活用することが望ましく、また将来は原型炉もんじゅのデータも取り入れて、大型高速炉の核設計精度向上を図るべきである。

c. 調整対象核データの拡張

現在調整対象としている核データは、11核種の32反応無限希釈断面積+2核種の核分裂スペクトル+6核種の実効遅発中性子割合であり、大型MOX炉心設計への適用を考慮して絞りこまれたものである。しかし、さらなる設計精度の向上、将来の新型燃料炉心への適用、ドップラー反応度の予測精度向上などを考えると、さらなる拡張の余地がある。

d. 核断面積共分散データの改良

現在使用している共分散データは、原研核データセンターの協力で本研究のために暫定的に作成したものである。H5年度からシグマ委員会の中にJENDLの共分散データを評価するWGが発足したこともあり、より汎用的な共分散評価に基づいたデータを整備していくことが望ましい。

e. 最新基本核データの採用

本研究では、従来の基本核データであるJENDL-2に基づく炉定数セットを使用しているが、間もなく最新の基本核データJENDL-3.2が完成する。これは、JENDL-2に内在していた幾つかの問題を解消したとされており、今後の炉物理研究および高速炉炉心設計への適用を図るべきである。

f. 実験および実機の解析誤差の改良

炉心核特性の解析誤差評価には、まだ確立した手法が存在しない。この方法論を検討するとともに、解析誤差評価のためのデータベースを整備する必要がある。

g. 適用対象炉心の拡大

これまでの研究では、従来型の大型MOX炉心を適用目標としてきたが、近年、窒化物炉心やNaプレナム付き炉心など新しい概念炉心の研究が開始された。設計精度評価の適用対象炉心を拡大していく必要がある。

(以上)

## 謝 辞

炉定数調整研究では、積分データおよび誤差データファイルの準備、感度係数の計算、炉定数の調整計算、標準形式の修正炉定数の作成、実機設計体系の核特性計算、設計精度計算などの数多くのステップが必要であり、大量な入力データの取扱いと多様なコードを用いた解析作業、および膨大な量の計算結果の整理・分析を行わなければなりません。

本研究での大型計算機に関わるこれらの全ての作業は、原子力システム(株)の佐藤若英氏に実施していただきました。佐藤氏は、これらの解析作業を高い技術力と熱意をもって効率よく遂行し、また計算結果に対する品質保証についても細心の注意をはらって入念なチェックを行っております。さらに佐藤氏には、解析結果の物理的考察についても議論に積極的に参加していただいております。本来は本報告書の共著者として名前をあげさせていただくべきところです。

佐藤氏の多大な努力がなければ本研究は全く遂行できなかったことを考え、ここにあらためて深い感謝の意を表します。

## 参考文献

## (1. 炉定数調整法)

- 1-1 G. Cecchini, et al. : "Analysis of integral data for few-group parameter evaluation of fast reactors," Proc. 3rd Int. Conf. Peaceful Uses Atomic Energy, Geneva, P/627, p.388 (1964)
- 1-2 M. Humi, et al. : "Multi-group constants from integral data," Proc. 3rd Int. Conf. Peaceful Uses Atomic Energy, Geneva, P/668, p.398 (1964)
- 1-3 P. C. E. Hemment, et al. : "The Optimization of Neutron Cross-section Data Adjustments to Give Agreement with Experimental Critical Sizes," Proc. Int. Conf. on Fast Critical Experiments and Their Analysis, Illinois, ANL-7320, p.88 (1966)
- 1-4 G. Cecchini and A. Gandini : "Comparison between Experimental and Theoretical Integral Data on Fast Critical Facilities. CALI, a Program for Generating "Effective" Nuclear Group Constant by a Correlation Method," Proc. Int. Conf. on Fast Critical Experiments and Their Analysis, Illinois, ANL-7320, p.107 (1966)
- 1-5 A. Pazy, et al. : "Use of Integral Measurements as Supplementary Data in Neutron Cross-section Evaluation," Proc. Int. Conf. on Fast Critical Experiments and Their Analysis, Illinois, ANL-7320, p.270 (1966)
- 1-6 G. Cecchini, et al. : "Analysis of Integral Experiments on the ZPR IV Critical Facility," Proc. Symp. Fast Reactor Physics, Karlsruhe, Vol. I, p.367, IAEA (1968)
- 1-7 J. Y. Barre, et al. : "Lessons Drawn from Integral Experiments on a Set of Multigroup Cross section," Proc. Conf. Phys. Fast Reactor Operation Design, London, p.165 (1969)
- 1-8 J. L. Rowlands, et al. : "The Use of Integral Measurements to Adjust Cross Sections and Predicted Reactor Properties," Proc. Conf. Phys. Fast Reactor Operation Design, London, p.180 (1969)
- 1-9 H. Mitani, et al. : "Adjustment of Group Cross Sections by Means of Integral Data, (I), (II)," J. Nucl. Sci. and Technol., Vol.9, p.383 and p.642 (1972)
- 1-10 A. Gandini : "Nuclear Data and Integral Correlation for Fast Reactors. Part 1 : Statistical Formulation," RT/FI(73)5, Comitato Nazionale Energia Nucleare (1973)
- 1-11 A. Gandini : "Nuclear Data and Integral Correlation for Fast Reactors. Part 2 : Review of Methods," RT/FI(73)22, Comitato Nazionale Energia Nucleare (1973)
- 1-12 J. P. Chaudat, et al. : "Improvements of the Predicted Characteristics for Fast Power Reactor from Integral Experiments : Cadarache Version III

- Multigroup Cross Section Set," Proc. of the Symp. Physics of Fast Reactor, Tokyo, Vol. 3, p.1207 (1973)
- 1-13 A. Pazy, et al. : "The Role of Integral Data in Neutron Cross-Section Evaluation," Nuc. Sci. and Eng. 55, p.280 (1974)
- 1-14 三谷 : 「積分測定量を用いた群定数修正の基礎的研究」、JAERI-M 5767、原研(1974)
- 1-15 H. Gruppelaar, et al. : "Neutron Capture Cross-Section Adjustment Based on Integral Measurements," Trans. ANS, Vol. 27, p.876 (1977)
- 1-16 J. P. Chaudat, et al. : "Data Adjustments for Fast Reactor Design," Trans. ANS, Vol. 27, p.877 (1977)
- 1-17 H. Kuroi, H. Mitani, et al. : "Arts and Effectiveness of Data Adjustment," Trans. ANS, Vol. 27, p.880 (1977)
- 1-18 U. Salmi, J. J. Wagschal, et al. : "Sensitivity of Reactivities to Current Cross-Section Libraries," Trans. ANS, Vol. 27, p.880 (1977)
- 1-19 C. R. Weisbin, et al. : "Data Adjustment: A Cautiously Optimistic View for the Improvement of Design Performance Calculations and Data Assessment," Trans. ANS, Vol. 27, p.881 (1977)
- 1-20 P. J. Collins, et al. : "Consistency of Fast Reactor Integral Measurements Using Cross-Section Adjustment," Trans. ANS, Vol. 27, p.884 (1977)
- 1-21 J. B. Dragt, et al.: "Method of Adjustment and Error Evaluation of Neutron Capture Cross Sections; Application to Fission Product Nuclides," Nucl. Sci. and Eng. 62, p.117 (1977)
- 1-22 C. R. Weisbin, et al.: "Application of Sensitivity and Uncertainty Methodology to Fast Reactor Integral Experiment Analysis," Nucl. Sci. and Eng. 66, p.307.(1978)
- 1-23 C. R. Weisbin, et al.: "A Review of the Theory and Application of Sensitivity and Uncertainty Analysis," Proc. of a Seminar-Workshop, Oak Ridge (1978)
- 1-24 L. H. Marable , C. R. Weisbin, et al.: "Uncertainty in the Ratio of a Large Liquid-Metal Fast Breeder Reactor: Theory and Results," Nucl. Sci. and Eng. 75, p.30 (1980)
- 1-25 J. Lewins and M. Becker: "Sensitivity and Uncertainty Analysis of Reactor Performance Parameters," Advances in Nuclear Science and Technology, Vol. 14, Plenum Press (1982)
- 1-26 T. Kamei, et al. : "Error Due to Nuclear Data Uncertainties in the Prediction of Large Liquid-Metal Fast Breeder Reactor Core Performance Parameters," Nucl. Sci. and Eng., Vol. 84, p.83 (1983)

- 1-27 J. J. Wagschal, et al. : "Comment on "Due to Nuclear Data Uncertainties in the Prediction of Large Liquid-Metal Fast Reactor Core Performance Parameters"," Nucl. Sci. and Eng., Vol. 86, p.121 (1984)
- 1-28 飯島: 「感度解析に関する諸問題と手法のレビュー」、JAERI-M 84-010、p.82、原研(1984)
- 1-29 T. Kamei, et al. : "Investigation on Space Dependence of C/E Values for Control Rod Worths and Reaction Rate Distribution in ZPPR-10A and -10D Assemblies," J. Nucl. Sci. and Technol., Vol.22, p.1025 (1985)
- 1-30 M. Salvatores, et al. : "LMFBR Design Parameter Uncertainties and Target Accuracies," Ann. Nucl. Energy, Vol.12, No.6, p.291 (1985)
- 1-31 D. C. Wade: "Application of Critical Experiments and Operating Data to Core Design via Formal Methods of Cross Section Data Adjustment," Proc. NEACRP Specialist Meeting, NEACRP-L-307, Jackson Hole (1988)
- 1-32 J. C. Cabrillat, et al.: "Methods and Data Development from the Super-Phenix Start-up Experiments Analysis," Proc. Int. Reactor Physics Conf., p.II-13, Jackson Hole (1988)
- 1-33. 竹田: 「1988年炉物理国際会議および断面積調整専門家会議における断面積関係の研究紹介」、核データニュース、Vol. 31、24(1988)
- 1-34 T. Takeda, et al.: "Prediction Uncertainty Evaluation Methods of Core Performance Parameters in Large Liquid-Metal Fast Breeder Reactors," Nucl. Sci. and Eng., Vol. 103, p.157 (1989)
- 1-35 動燃・原電共研報告書: 「大型炉用修正炉定数に関する研究(平成元年度)」、PNC SY9471 90-003 (1990年3月)
- 1-36 T. Sanda, T. Kamei, T. Kawakita, M. Saito, O. Sato, Ishikawa and H. Hayashi: "A Study on Cross-section Adjustment for Large LMFBR Cores," JAERI-M 91-032, p.425 (1991)
- 1-37 動燃・原電共研報告書: 「大型炉用修正炉定数に関する研究(平成2年度)」、PNC ZY9471 91-001 (1991年3月)
- 1-38 石川他: 「炉定数調整による大型炉核設計手法の高度化」、PNC TY9471 91-004、動燃技報 No.77、p.92 (1991年3月)
- 1-39 動燃・原電共研報告書: 「大型炉用修正炉定数に関する研究(平成3年度)」、PNC ZY9471 92-001 (1992年3月)
- 1-40. T. Takeda and T. Kamei: "Prediction Uncertainty Analysis of Neutronic Properties of Fast Breeder Reactor by Use of Sensitivity-Based Methodology" J. Nucl. Sci. and Technol., Vol.29, p.1033 (1992)
- 1-41 M. Ishikawa, T. Hoshi, T. Sanda, T. Kamei, and T. Kawakita: "Development of An Adjusted Group Cross-section Set for Large LMFBR Cores using the JUPITER Analytical Results," JAERI-M 93-046, p.36 (1993)

1-42 M. Ishikawa, T. Hoshi, T. Sanda, T. Kamei, and T. Kawakita: "Improvement of Nuclear Design Method for Large LMFBR Cores Using the Cross-Section Adjustment," Proc. Int. Conf. Mathematical Methods and Supercomputing in Nuclear Applications (M&C+SNA'93), Vol. 1, p.593 (1993)

1-43 T. Takeda, private communication.

(2. 一般化摂動理論、感度係数、統計理論)

2-1 L. N. Usachev: "Perturbation Theory for the Breeding Ratio and for Other Number Ratios Pertaining to Various Reactor Processes," Journal of Nuclear Energy parts A/B, Vol. 18, , p.571 (1964)

2-2 A. Gandini, M. Salvatores, et al.: "Analysis of Fast Reactors by the CIAP and GLOBPERT Codes Using Improved Perturbation Methods," Proc. Int. Conf. on Fast Critical Experiments and Their Analysis, Illinois, ANL-7320, p.304 (1966)

2-3 A. Gandini: "A Generalized Perturbation Method for Bi-linear Functionals of the Real and Adjoint Neutron Fluxes," Journal of Nuclear Energy, Vol. 21, p.755 (1967)

2-4 W. M. Stacey, Jr.: "Variational Estimates and Generalized Perturbation Theory for the Ratios of Linear and Bilinear Functionals," J. Math. Phys., Vol. 13, No. 8, p.1119 (1972)

2-5 三谷、黒井: 「積分量の感度係数と一般化摂動法」、JAERI-M 4760、原研 (1972)

2-6 E. M. Stacey, Jr.: "Variational Methods in Nuclear Reactor Physics," Nuclear Science and Technology, Vol. 10, Academic Press (1974)

2-7 E. Greenspan: "Development in Perturbation Theory," Advances in Nuclear Science and Technology, Vol. 9, p.182, Academic Press (1976)

2-8 竹田: 「原子炉物理: 8. 摂動論と変分法」、大阪大学 (1985)

2-9 原、竹田他: 「SAGEP: 一般化摂動理論に基づく二次元感度解析コード」、JAERI-M 84-027、原研 (1984)

2-10 Y. Ronen: "Uncertainty Analysis," CRC Press, Inc. (1988)

2-11 栗屋: 「データ解析<改訂版>アナログとデジタル」、学会出版センター (1991)

(3. 核データ、共分散)

3-1 J. D. Drischler and C. R. Weisbin: "Compilation of Multigroup Cross-Section Covariance Matrices for Several Important Reactor Materials," ORNL-5318, ENDF-235 (1977)



- 3-2 J. D. Smith, III and B. L. Broadhead: "Multigroup Covariance Matrices for Fast-Reactor Studies," ORNL/TM-7389, ENDF-305 (1981)
- 3-3 T. Nakagawa: "Summary of JENDL-2 General Purpose File," JAERI-M 84-103, Japan Atomic Energy Research Institute (1984).
- 3-4 高野他: 「高速炉用群定数セットJFS-3-J2の改訂版」、JAERI-M 89-141、原研(1989)
- 3-5 中川他: 「評価済核データの共分散と炉定数調整結果の検討(核データ不確かさ幅の評価)」、PNC ZJ9500 92-003、JAERI-memo 04-280、原研(1992)

(4. ベンチマーク体系、臨界実験解析)

- 4-1. National Neutron Cross Section Center : "Cross Section Evaluation Working Group - Benchmark Specifications," BNL 19302 (ENDF-202) (1972)
- 4-2 R. W. Hardie, et al. : "An Analysis of Selected Fast Critical Assemblies Using ENDF/B-IV Neutron Cross Sections," Nuc. Sci. and Eng. 57, p.222 (1975)
- 4-3 K. Shirakata, et al. : "Implications of JUPITER Experiment Analysis in Nuclear Data," Inter. Conf. on Nuclear Data and Science and Technology, Mito, 53 (1988)
- 4-4 三田他: 「日米共同大型高速炉臨界実験(JUPITER-Ⅲ)の概要」、日本原子力学会誌、Vol. 31、No. 12、1324 (1989)
- 4-5 石川他: 「核設計基本データベースの整備—最新手法によるJUPITER-I実験解析—」、PNC ZN9410 92-278 (1992年9月)
- 4-6 高野他: 「大型炉用修正炉定数の適用性評価」、PNC ZJ9500 92-002、JAERI-memo 04-084、原研(1992)

(5. 実機設計体系)

- 5-1 山下他: 「平成3年度大型高速炉設計研究(60万kWe級プラント)—成果報告会資料集—」、PNC PN9440 92-002 (1991年12月)
- 5-1 林他: 「大型高速炉設計研究成果報告書—60万kWe級プラントの設計研究—」、PNC ZN9410 92-137 (1992年5月)

## 付録A 実験解析誤差および相関係数データ

本研究において、H3年度60万kWe炉心の核設計精度評価に使用した実験誤差、実機の解析誤差および相関係数データの値、およびその設定根拠をまとめた。

これらの値は、今後の炉物理研究および核設計基本データベース整備の進展によって、逐次改良されていくべきものであるが、ここでは現状でのベスト評価値として記録しておくこととする。

- 表A.1 実効増倍率の解析誤差
- 表A.2 制御棒価値の解析誤差
- 表A.3 出力分布の解析誤差
- 表A.4 C28/F49の解析誤差(炉心中央)
- 表A.5 Naボイド反応度の解析誤差
- 表A.6  $V_e^{(m)}$ の設定値
- 表A.7  $V_m^{(m)}$ の設定値
- 表A.8  $V_m^{(2)}$ の設定値
- 表A.9  $V_m^{(m2)}$ の設定値
- 表A.10  $V_m^{(12)}$ の設定値

表A.1 実効増倍率の解析誤差

項 目	$\sqrt{V_m^{(1)}}(\%)$	$\sqrt{V_m^{(2)}}(\%)$	$\rho$	$\sqrt{V_m^{(12)}}(\%)$	備 考
セルモデル	0.1	0.05* <sup>1</sup>	0.5	0.05	*1ピン・ラッパ管モデルの差
ストリーミング	0.1	0.05* <sup>2</sup>	0.5	0.05	*2ピン・ラッパ管ストリーミングモデルの差
セル非対称	0.05	0	0	0	
Tone/Dancoff	0.1	0	0	0	
$\sigma_{tr}$ 定義	0.1	0.1	1	0.1	
メッシュ・輸送	0.2	0.2	0.8	0.18	
マルチドロワ	0.1	0.1* <sup>3</sup>	0.5	0.07	*3炉心-ブランケット境界効果
f-tableの内挿	0.05	0.05	1	0.05	
設計体系の不確かさ (炉心温度・組成差)	0	0.1* <sup>4</sup> (0.22)	0	0	*4 JUPITER共研 ( )内は定格出力時
合 計	0.31	0.28(0.35)	0.61	0.23	

表A.2(1) 同じ位置の制御棒価値の解析誤差

項 目	$\sqrt{V_m^{(1)}}(\%)$	$\sqrt{V_m^{(2)}}(\%)$	$\rho$	$\sqrt{V_m^{(12)}}(\%)$	備 考
セルモデル	0.8	1 * <sup>2</sup>	0.5	0.63	*1燃料セルモデルの差
メッシュ・輸送	2	2	0.8	0.179	*2 CRピン非均質効果モデルの差
セル非対称	1	0	0	0	
設計体系の不確かさ (公差、温度、組成)	0	1.5* <sup>3</sup>	0	0	*4 JUPITER共研
合 計	2.4	2.7	0.56	1.9	

表A.2(2) 異なる位置の制御棒価値の解析誤差

項 目	$\sqrt{V_m^{(1)}}(\%)$	$\sqrt{V_m^{(2)}}(\%)$	$\rho$	$\sqrt{V_m^{(12)}}(\%)$	備 考
セルモデル	0.8* <sup>1</sup>	1 * <sup>2</sup>	0.3	0.49	*1燃料セルモデルの差
メッシュ・輸送	2	2	0.5	1.41	*2 CRピン非均質効果モデルの差
セル非対称	1	0	0	0	
設計体系の不確かさ (公差、温度、組成)	0	1.5* <sup>3</sup>	0	0	*3 JUPITER共研
合 計	2.4	2.7	0.34	1.49	

表A.3(1) 出力分布の解析誤差 (内側炉心; F49)

項 目	$\sqrt{V_m^{(1)}}(\%)$	$\sqrt{V_m^{(2)}}(\%)$	$\rho$	$\sqrt{V_m^{(12)}}(\%)$	備 考
メッシュ・輸送	0	0	0.8	0	
セルモデル (非対称効果含)	1	0.5* <sup>1</sup>	0.5	0.5	*1ピン非均質モデルの差
設計体系の不確かさ (組成、公差)	0	1.0* <sup>2</sup>	0	0	*2JUPITER共研
合 計	1.0	1.1	0.23	0.5	

表A.3(2) 出力分布の解析誤差 (外側炉心; F49)

項 目	$\sqrt{V_m^{(1)}}(\%)$	$\sqrt{V_m^{(2)}}(\%)$	$\rho$	$\sqrt{V_m^{(12)}}(\%)$	備 考
メッシュ・輸送	1.5	1.5	0.8	1.34	
セルモデル (非対称効果含)	1.5	0.5* <sup>1</sup>	0.5	0.61	*1ピン非均質モデルの差
設計体系の不確かさ (組成、公差)	0	1.0* <sup>2</sup>	0	0	*2JUPITER共研
合 計	2.1	1.9	0.56	1.5	

表A.3(3) 出力分布の解析誤差 (実験体系 - 内側炉心、実機 - 外側炉心; F49)

項 目	$\sqrt{V_m^{(1)}}(\%)$	$\sqrt{V_m^{(2)}}(\%)$	$\rho$	$\sqrt{V_m^{(12)}}(\%)$	備 考
メッシュ・輸送	0	1.5	0.6	0	
セルモデル (非対称効果含)	1	0.5* <sup>1</sup>	0.5	0.5	*1ピン非均質モデルの差
設計体系の不確かさ (組成、公差)	0	1.0* <sup>2</sup>	0	0	*2JUPITER共研
合 計	1.0	1.9	0.13	0.5	

表A.3(4) 出力分布の解析誤差(実験体系-外側炉心、実機-内側炉心; F49)

項 目	$\sqrt{V_{m^{(1)}}(\%)}$	$\sqrt{V_{m^{(2)}}(\%)}$	$\rho$	$\sqrt{V_{m^{(12)}}(\%)}$	備 考
メッシュ・輸送	1.5	0	0.6	0	
セルモデル (非対称効果含)	1.5	0.5* <sup>1</sup>	0.5	0.61	*1ピン非均質モデルの差
設計体系の不確かさ (組成、公差)	0	1.0* <sup>2</sup>	0	0	*2JUPITER共研
合 計	2.1	1.1	0.16	0.61	

表A.3(5) 出力分布の解析誤差(ブランケット; F28)

項 目	$\sqrt{V_{m^{(1)}}(\%)}$	$\sqrt{V_{m^{(2)}}(\%)}$	$\rho$	$\sqrt{V_{m^{(12)}}(\%)}$	備 考
メッシュ・輸送	5	5	0.6	3.87	
セルモデル (非対称効果含)	1.5	0.5* <sup>1</sup>	0.5	0.61	*1ピン非均質モデルの差
設計体系の不確かさ (組成、公差)	0	1.0* <sup>2</sup>	0	0	*2JUPITER共研
合 計	5.2	5.1	0.57	3.9	

表A.4 C28/F49の解析誤差(炉心中央)

項 目	$\sqrt{V_{m^{(1)}}(\%)}$	$\sqrt{V_{m^{(2)}}(\%)}$	$\rho$	$\sqrt{V_{m^{(12)}}(\%)}$
メッシュ・輸送	1	1	0.8	0.89
合 計	1	1	0.8	0.9

表A.5(1) Naボイド反応度の解析誤差

項 目	$\sqrt{V_m^{(1)}}(\%)$	$\sqrt{V_m^{(2)}}(\%)$	$\rho$	$\sqrt{V_m^{(12)}}(\%)$	備 考
セルモデル	7	5 *1	0.5	4.2	*1 均質モデルとピンセルモデルの差 (S63電力共研)
メッシュ・輸送	4	4 *2	0.5	2.8	*2 臨界実験と同じと仮定
セル非対称	4	0 *3	0	0	*3 JUPITER-I 特有の項目
設計体系の不確かさ (組成、公差)	0	1.5 *4	0	0	*4 燃料製作公差 (H1年度JUPI- TER共研)
合 計	9.0	6.6	0.42	5.0	

表A.5(2) 異なるサイズのNaボイド反応度の解析誤差

項 目	$\sqrt{V_m^{(1)}}(\%)$	$\sqrt{V_m^{(2)}}(\%)$	$\rho$	$\sqrt{V_m^{(12)}}(\%)$	備 考
セルモデル	7	5 *1	0.3	3.2	*1 均質モデルとピンセルモデルの差 (S63電力共研)
メッシュ・輸送	4	4 *2	0.3	2.2	*2 臨界実験と同じと仮定
セル非対称	4	0 *3	0	0.0	*3 JUPITER-I 特有の項目
設計体系の不確かさ (公差、温度、組成)	0	1.5 *4	0	0.0	*4 燃料製作公差 (H1年度JUPI- TER共研)
合 計	9.0	6.6	0.25	3.9	

表A.6  $V_e^{(m)}$ の設定値

		モックアップ体系							
		1	2	3	4	5	6	7	8
モックアップ体系	1 keff	0.04							
	2 CR1		1.2	0.7	0.7				
	3 CR2		0.7	1.2	0.7				
	4 CR3		0.7	0.7	1.2				
	5 C8/F9					2.2			
	6 F9(1)						1.0	0.5	
	7 F9(2)						0.5	1.0	
	8 Naボイド								2.0

表A.7  $V_m^{(m)}$ の設定値

		モックアップ体系							
		1	2	3	4	5	6	7	8
モックアップ体系	1 keff	0.31							
	2 CR1		2.4	0.7	0.6				
	3 CR2		0.7	2.4	0.7				
	4 CR3		0.6	0.7	2.4				
	5 C8/F9					1.0			
	6 F9(1)						1.0	0.3	
	7 F9(2)						0.3	2.1	
	8 Naボイド								9.0

(注)      は%誤差

表A.8 Vm<sup>(2)</sup>の設定値

		モックアップ体系							
		1	2	3	4	5	6	7	8
実 機	1 keff	0.28							
	2 CR1		2.7	0.7	0.6				
	3 CR2		0.7	2.7	0.7				
	4 CR3		0.6	0.7	2.7				
	5 C8/F9					1.0			
	6 F9(1)						1.1	0.3	
	7 F9(2)						0.3	1.9	
	8 Naボイド								6.6

表A.9 Vm<sup>(m2)</sup>の設定値

		モックアップ体系							
		1	2	3	4	5	6	7	8
モ ッ ク ア ッ プ 体 系	1 keff	0.23							
	2 CR1		1.9	0.34	0.34				
	3 CR2		0.34	1.9	0.34				
	4 CR3		0.34	0.34	1.9				
	5 C8/F9					0.9			
	6 F9(1)						0.5	0.13	
	7 F9(2)						0.16	1.5	
	8 Naボイド								5.0

(注)      は%誤差  
 無印は相関係数  
 空欄はゼロ



表A.10(1)  $V_m^{(12)}$  の設定値

実験体系	実機	$k_{eff}$	CR1	CR2	CR3	C8/C9	F9(1)	F9(2)	Naボイド	
9	$k_{eff}$	0.23								
	F8 / F9 (ICC, CC) F5 / F9 (ICC, CC) C8 / F9 (ICC, CC)					0.2 0.3 0.9				
	F1 / F5 (ICM, CC)									
	F9(ICE, CC) / F9(ICC, CC) F9(OCM, CC) / F9(ICC, CC)						0.5 0.16	0.13 1.5		
	F8(ICE, CC) / F8(ICC, CC) F8(OCM, CC) / F8(ICC, CC)									
	F8(ICE, CC) / F8(ICC, CC) F8(OCM, CC) / F8(ICC, CC)						0.1 0.1	0.1 0.1		
	CR (P1) CR (P2) CR (P3) CR (P4) CR (P5) CR (P6)		1.9 1.9 0.34 0.34 0.34 0.34	0.34 0.34 1.9 1.9 0.34 0.34	0.34 0.34 0.34 0.34 1.9 1.9					
	NAV. (97D, Z=8) NAV. (97D, Z=20)								0.25 5.0	
	10A	$k_{eff}$	0.23							
F8 / F9 (ICC, CC) F5 / F9 (ICC, CC) C8 / F9 (ICC, CC)						0.2 0.3 0.9				
F9(ICE, CC) / F9(ICC, CC) F9(OCM, CC) / F9(ICC, CC) F9(RBM, CC) / F9(ICC, CC)							0.5 0.16	0.13 1.5		
CR (CC) CR (R1) CR (R2)			1.9 0.34 0.34	0.34 1.9 0.34	0.34 0.34 1.9					
$k_{eff}$		0.23								
10B	F8 / F9 (ICC, CC) F5 / F9 (ICC, CC) C8 / F9 (ICC, CC)					0.2 0.3 0.9				
	F9(ICE, CC) / F9(ICC, CC) F9(OCM, CC) / F9(ICC, CC)						0.5 0.16	0.13 1.5		
	$k_{eff}$	0.23								
10C	F8 / F9 (ICC, CC) F5 / F9 (ICC, CC) C8 / F9 (ICC, CC)					0.2 0.3 0.9				
	F9(ICE, CC) / F9(ICC, CC) F9(OCM, CC) / F9(ICC, CC)						0.5 0.16	0.13 1.5		
	CR (CC) CR (R1) CR (R2)		1.9 0.34 0.34	0.34 1.9 0.34	0.34 0.34 1.9					
	$k_{eff}$	0.23								

表A.10(2)  $V_m^{(12)}$  の設定値

実験体系		実機	$k_{eff}$	CR1	CR2	CR3	C8/C9	F9(1)	F9(2)	Naボイド
13A	$k_{eff}$		0.23				0			
	F5 / F9 (IBC, CC)						0.2			
	F5 / F9 (FRI, CC)						0.3			
	C8 / F9 (IBC, CC)						0.3			
	C8 / F9 (FRI, CC)						0.9			
17A	$k_{eff}$		0.23				0			
	F8 / F9 (ICC, ZCM)						0.2			
	F8 / F9 (IBC, ZBM)						0			
	F5 / F9 (ICC, ZCM)						0.3			
	F5 / F9 (IBC, ZBM)						0.2			
	C8 / F9 (ICC, ZCM)						0.9			
	C8 / F9 (IBC, ZBM)						0.3			
	F9(ICE, ZCM) / F9(ICC, ZCM)							0.5	0.13	
	F9(OCM, ZCM) / F9(ICC, ZCM)							0.16	1.5	
	F9(RBM, ZCM) / F9(ICC, ZCM)									
	F9(IBC, ZBM) / F9(ICC, ZCM)									
	F9(IBE, ZBM) / F9(ICC, ZCM)									
	F9(OCM, ZBM) / F9(ICC, ZCM)							0.16	1.5	
	F9(ABM, ZBM) / F9(ICC, ZCM)							0	0	
	F8(ICE, ZCM) / F8(ICC, ZCM)									
F8(OCM, ZCM) / F8(ICC, ZCM)										
F8(RBM, ZCM) / F8(ICC, ZCM)										
F8(IBC, ZBM) / F8(ICC, ZCM)										
F8(IBE, ZBM) / F8(ICC, ZCM)										
F8(OCM, ZBM) / F8(ICC, ZCM)										
F8(ABM, ZBM) / F8(ICC, ZCM)										
CR(CC)				1.9	0.34	0.34				
NAV. (52D, CORE)										0.25
NAV. (97D, IB)										0
19B	$k_{eff}$		0.23							
	F8 / F9 (ICC, ZCC)						0.2			
	F5 / F9 (ICC, ZCC)						0.3			
	C8 / F9 (ICC, ZCC)						0.9			
	F9(ICE, ZCC) / F9(ICC, ZCC)							0.5	0.13	
	F9(OCM, ZCC) / F9(ICC, ZCC)							0.16	1.5	
	CR (R1)			1.9	0.34	0.34				
CR (R2)			0.34	1.9	0.34					
CR (R3)			0.34	0.34	1.9					

## 付録B 60万kWe炉心の感度係数

H3年度60万kWe炉心の、設計精度評価の対象とした核特性の感度係数をまとめる。

- 表B.1および図B.1 実効増倍率
- 表B.2および図B.2 増殖比(C28/F49反応率比)
- 表B.3および図B.3 出力分布(F49反応率分布):内側炉心外端
- 表B.4および図B.4 出力分布(F49反応率分布):外側炉心中央
- 表B.5および図B.5 制御棒価値(炉中心)
- 表B.6および図B.6 制御棒価値(第1リング)
- 表B.7および図B.7 制御棒価値(第2リング)
- 表B.8および図B.8 Naボイド反応度

表には、各核種および反応毎の、18群レベルでの感度係数を示している。ここでは、調整対象となっていない反応も含む。また、図には、感度の大きい核種および核分裂スペクトルの感度係数を示した。

表B.1(1) H3年度60万kWe炉心の感度係数 — 実効増倍率(1/2)

NUCL.	REACTION	TOTAL	B60B		KEFF		(HEAVY METAL)													UNIT:1.0E-4	
			18G	17G	16G	15G	14G	13G	12G	11G	10G	9G	8G	7G	6G	5G	4G	3G	2G	1G	
U-235	CAPTURE	-5	0	0	0	0	-1	0	0	-1	-1	-1	-1	0	0	0	0	0	0		
U-235	NU	109	0	0	2	6	10	4	8	10	13	14	14	12	8	3	3	2	0		
U-235	FISSION	73	0	0	1	4	7	3	6	7	9	10	10	7	5	2	1	1	0		
U-235	ELAS.SCT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
U-235	INEL.SCT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
U-235	N2M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
U-235	MU-AVE.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
U-238	CAPTURE	-2077	-4	-10	-31	-118	-190	-109	-196	-250	-312	-289	-213	-154	-126	-49	-19	-6	-1		
U-238	NU	1193	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
U-238	FISSION	718	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	41	435	432	196		
U-238	ELAS.SCT	125	0	0	0	0	2	0	2	5	9	17	24	23	22	6	6	7	2		
U-238	INEL.SCT	-531	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
U-238	N2M	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
U-238	MU-AVE.	-83	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
PU-239	CAPTURE	-452	-2	-4	-19	-47	-74	-31	-50	-48	-47	-43	-40	-29	-13	-3	-2	0	0		
PU-239	NU	6157	11	21	69	214	341	149	290	406	571	741	859	826	770	311	292	221	88		
PU-239	FISSION	4445	7	15	50	156	256	113	220	309	432	550	623	585	498	213	194	146	60		
PU-239	ELAS.SCT	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0		
PU-239	INEL.SCT	-20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-2	-2	-6	-7		
PU-239	N2M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
PU-239	MU-AVE.	-3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	-1	-1	0		
PU-240	CAPTURE	-224	-1	-3	-7	-18	-29	-11	-22	-25	-29	-28	-23	-15	-10	-2	-1	0	0		
PU-240	NU	617	0	0	0	6	11	3	3	8	13	16	18	10	135	121	114	91	36		
PU-240	FISSION	414	0	0	0	4	8	2	2	6	10	11	12	21	92	81	74	59	24		
PU-240	ELAS.SCT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
PU-240	INEL.SCT	-13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
PU-240	N2M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
PU-240	MU-AVE.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
PU-241	CAPTURE	-72	0	0	-2	-5	-9	-3	-6	-7	-8	-9	-8	-7	-5	-2	-1	0	0		
PU-241	NU	1584	2	5	25	64	132	59	114	142	178	199	215	175	125	52	47	33	13		
PU-241	FISSION	1163	1	4	18	46	99	45	87	109	135	149	157	125	87	36	31	22	9		
PU-241	ELAS.SCT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
PU-241	INEL.SCT	-2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	0		
PU-241	N2M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
PU-241	MU-AVE.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
PU-242	CAPTURE	-46	0	0	-1	-3	-7	-3	-5	-6	-7	-6	-4	-2	-2	0	0	0	0		
PU-242	NU	114	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4	23	30	26	20		
PU-242	FISSION	74	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	15	20	17	13		
PU-242	ELAS.SCT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
PU-242	INEL.SCT	-2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1		
PU-242	N2M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
PU-242	MU-AVE.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
AM-241	CAPTURE	-7	0	0	0	0	-1	0	-1	-1	-1	-1	-1	-1	0	0	0	0	0		
AM-241	NU	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	1	0		
AM-241	FISSION	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0		
AM-241	ELAS.SCT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
AM-241	INEL.SCT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
AM-241	N2M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
AM-241	MU-AVE.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		

表B.1(2) H3年度60万kWe炉心の感度係数 - 実効増倍率(2/2)

TABLE		B60B		KEFF		(STRUCTURE, COOLANT & FISSION SPECTRUM)														HW111.0E-4	
NUCL.	REACTION	TOTAL	18G	17G	16G	15G	14G	13G	12G	11G	10G	9G	8G	7G	6G	5G	4G	3G	2G	1G	
CARBON	CAPTURE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
CARBON	ELAS.SCT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
CARBON	INEL.SCT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
CARBON	N2N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
CARBON	MU-AVE.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
OXYGEN	CAPTURE	-26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
OXYGEN	ELAS.SCT	-357	0	0	0	1	15	4	6	3	-12	-59	-93	-80	-101	-23	-34	7	10	-1	
OXYGEN	INEL.SCT	-2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-2	
OXYGEN	N2N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
OXYGEN	MU-AVE.	-15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	6	-14	-1	-1	-3	-3	0	
SODIUM	CAPTURE	-13	0	0	0	0	-2	-5	0	0	-1	-1	-1	-1	0	0	0	0	0	-2	
SODIUM	ELAS.SCT	31	0	0	0	0	7	12	9	5	2	-9	-16	-5	14	4	0	5	3	0	
SODIUM	INEL.SCT	-102	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
SODIUM	N2N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
SODIUM	MU-AVE.	-30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-2	-4	-5	-7	-9	-2	0	
CHROMIUM	CAPTURE	-38	0	0	0	0	-11	-2	-8	-1	-5	-3	-4	-2	-2	0	0	0	0	0	
CHROMIUM	ELAS.SCT	52	0	0	0	0	1	0	4	1	2	5	14	4	9	4	3	4	1	0	
CHROMIUM	INEL.SCT	-36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-12	-15	-5	-3	
CHROMIUM	N2N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
CHROMIUM	MU-AVE.	-12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-2	-1	-2	-4	-2	0	
IRON	CAPTURE	-161	-7	0	-1	-1	-40	-1	-8	-9	-20	-16	-19	-14	-11	-2	-2	-4	-6	-5	
IRON	ELAS.SCT	170	-2	-1	0	0	10	2	5	8	34	11	4	19	32	14	14	15	5	0	
IRON	INEL.SCT	-183	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-32	-59	-51	-25	-12	0	
IRON	N2N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
IRON	MU-AVE.	-64	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-2	-6	-11	-6	-10	-16	-10	-3	
NICKEL	CAPTURE	-135	0	0	0	0	-2	-2	-3	-26	-15	-11	-11	-7	-5	-2	-5	-18	-20	-8	
NICKEL	ELAS.SCT	34	0	0	0	0	3	1	3	8	0	2	0	5	6	2	1	2	1	0	
NICKEL	INEL.SCT	-42	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-13	-21	-6	-2	
NICKEL	N2N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
NICKEL	MU-AVE.	-9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	-1	-2	-3	-1	0	
PU-241FP	CAPTURE	-15	0	0	0	-1	-2	-1	-2	-2	-2	-2	-2	-1	0	0	0	0	0	0	
PU-241FP	ELAS.SCT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
PU-241FP	INEL.SCT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
PU-241FP	N2N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
PU-241FP	MU-AVE.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
U-235FP	CAPTURE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
U-235FP	ELAS.SCT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
U-235FP	INEL.SCT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
U-235FP	N2N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
U-235FP	MU-AVE.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
U-238FP	CAPTURE	-7	0	0	0	-1	-1	0	-1	-1	-1	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0	
U-238FP	ELAS.SCT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
U-238FP	INEL.SCT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
U-238FP	N2N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
U-238FP	MU-AVE.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
PU-239FP	CAPTURE	-75	0	0	-3	-7	-10	-4	-8	-9	-10	-9	-7	-5	-3	0	0	0	0	0	
PU-239FP	ELAS.SCT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
PU-239FP	INEL.SCT	-8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	-2	-3	-1	0	
PU-239FP	N2N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
PU-239FP	MU-AVE.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
SPEC. PU-239 -1.00		36	0	0	0	0	0	0	0	-2	-7	-21	-50	-113	-204	-156	85	280	142	82	
SPEC. PU-239 -0.90		31	0	0	0	0	0	0	0	-2	-7	-21	-50	-112	-201	-153	82	273	140	82	
SPEC. PU-239 -0.80		29	0	0	0	0	0	0	0	-2	-7	-21	-50	-111	-197	-149	80	266	138	82	
SPEC. PU-239 -0.70		24	0	0	0	0	0	0	0	-2	-7	-21	-50	-111	-194	-146	78	259	136	82	
SPEC. PU-239 -0.60		19	0	0	0	0	0	0	0	-2	-7	-21	-50	-110	-191	-144	76	253	134	81	
SPEC. PU-239 -0.50		17	0	0	0	0	0	0	0	-2	-7	-21	-50	-109	-188	-141	74	247	133	81	
SPEC. PU-239 -0.40		14	0	0	0	0	0	0	0	-2	-7	-21	-50	-109	-185	-138	72	242	131	81	
SPEC. PU-239 -0.30		9	0	0	0	0	0	0	0	-2	-7	-21	-50	-108	-182	-136	70	236	129	80	
SPEC. PU-239 -0.20		9	0	0	0	0	0	0	0	-2	-7	-21	-50	-107	-179	-133	69	231	128	80	
SPEC. PU-239 -0.10		6	0	0	0	0	0	0	0	-2	-7	-21	-49	-107	-176	-131	67	226	126	80	
SPEC. PU-239 -0.05		5	0	0	0	0	0	0	0	-2	-7	-21	-49	-106	-175	-130	66	224	125	80	
SPEC. PU-239 0.05		4	0	0	0	0	0	0	0	-2	-7	-21	-49	-106	-172	-127	65	219	124	80	
SPEC. PU-239 0.10		2	0	0	0	0	0	0	0	-2	-7	-21	-49	-105	-171	-126	64	217	123	79	
SPEC. PU-239 0.20		0	0	0	0	0	0	0	0	-2	-7	-20	-49	-105	-169	-124	63	212	122	79	
SPEC. PU-239 0.30		-2	0	0	0	0	0	0	0	-2	-7	-20	-49	-104	-166	-122	61	208	120	79	
SPEC. PU-239 0.40		-3	0	0	0	0	0	0	0	-2	-7	-20	-49	-103	-164	-120	60	204	119	79	
SPEC. PU-239 0.50		-5	0	0	0	0	0	0	0	-2	-7	-20	-49	-103	-162	-118	59	200	118	79	
SPEC. PU-239 0.60		-6	0	0	0	0	0	0	0	-2	-7	-20	-49	-102	-159	-116	58	197	116	78	
SPEC. PU-239 0.70		-8	0	0	0	0	0	0	0	-2	-7	-20	-49	-102	-157	-114	57	193	115	78	
SPEC. PU-239 0.80		-9	0	0	0	0	0	0	0	-2	-7	-20	-48	-101	-155	-113	56	189	114	78	
SPEC. PU-239 0.90		-10	0	0	0	0	0	0	0	-2	-7	-20	-48	-100	-153	-111	54	186	113	78	
SPEC. PU-239 1.00		-13	0	0	0	0	0	0	0	-2	-7	-20	-48	-100	-151	-109	53	183	111	77	

表B.2(1) H3年度60万kWe炉心の感度係数 - 増殖比(C28/F49反応率比)(1/2)

NUCL.	REACTION	TOTAL	B608		C28(ICC,CC)/F49(ICC,CC)						(HEAVY METAL)						UNIT:1.0E-4		
			18G	17G	16G	15G	14G	13G	12G	11G	10G	9G	8G	7G	6G	5G	4G	3G	2G
U-235	CAPTURE	-2	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0
U-235	NU	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
U-235	FISSION	-14	0	0	0	0	-1	-1	-2	-2	-3	-3	-2	0	0	0	0	0	0
U-235	ELAS.SCT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
U-235	INEL.SCT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
U-235	M2N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
U-235	MU-AVE.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
U-238	CAPTURE	8660	2	29	118	466	814	494	866	1085	1329	1203	869	622	490	184	65	21	3
U-238	NU	-7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
U-238	FISSION	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
U-238	ELAS.SCT	119	0	0	0	-2	-3	-2	-1	1	13	33	42	30	7	1	0	0	0
U-238	INEL.SCT	782	0	0	0	0	0	0	0	0	0	38	101	81	75	115	211	122	35
U-238	M2N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
U-238	MU-AVE.	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-2	-1	0	0	0	2	1
PU-239	CAPTURE	-279	0	0	-1	-19	-44	-25	-46	-46	-43	-31	-18	-6	0	0	0	0	0
PU-239	NU	-11	1	0	0	-2	-3	-2	-3	-3	-4	-3	-1	1	3	2	2	1	0
PU-239	FISSION	-10696	-3	-27	-110	-377	-616	-291	-564	-783	-1097	-1381	-1531	-1403	-1157	-480	-427	-306	-112
PU-239	ELAS.SCT	10	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	4	2	0	0	0	0	0
PU-239	INEL.SCT	26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3	6	3	5	5	2	0
PU-239	M2N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PU-239	MU-AVE.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PU-240	CAPTURE	-136	0	0	0	-7	-17	-9	-20	-24	-26	-20	-10	-3	0	0	0	0	0
PU-240	NU	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0
PU-240	FISSION	-8	0	0	0	0	1	0	0	-2	-3	-3	-2	-1	-1	0	2	2	1
PU-240	ELAS.SCT	4	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	1	0	0	0	0	0	0
PU-240	INEL.SCT	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	7	6	3	2	2	1	0
PU-240	M2N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PU-240	MU-AVE.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PU-241	CAPTURE	-38	0	0	0	-2	-5	-2	-5	-7	-7	-6	-3	-1	0	0	0	0	0
PU-241	NU	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	2	0	0	0	0
PU-241	FISSION	-193	0	0	0	-7	-19	-11	-24	-31	-37	-34	-23	-9	0	0	1	1	0
PU-241	ELAS.SCT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PU-241	INEL.SCT	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0
PU-241	M2N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PU-241	MU-AVE.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PU-242	CAPTURE	-29	0	0	0	-1	-4	-2	-4	-6	-6	-4	-2	0	0	0	0	0	0
PU-242	NU	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PU-242	FISSION	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PU-242	ELAS.SCT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PU-242	INEL.SCT	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0
PU-242	M2N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PU-242	MU-AVE.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AM-241	CAPTURE	-3	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0
AM-241	NU	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AM-241	FISSION	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AM-241	ELAS.SCT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AM-241	INEL.SCT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AM-241	M2N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AM-241	MU-AVE.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

表B.2(2) H3年度60万kWe炉心の感度係数 - 増殖比(C28/F49反応率比)(2/2)

TABLE		H60B		C28(JCC,CC)/F49(JCC,CC)							(STRUCTURE, COOLANT & FISSION SPECTRUM)							UNIT:1.0E-4		
NUCL.	REACTION	TOTAL	18G	17G	16G	15G	14G	13G	12G	11G	10G	9G	8G	7G	6G	5G	4G	3G	2G	1G
CARBON	CAPTURE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CARBON	ELAS.SCT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CARBON	INEL.SCT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CARBON	N2M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CARBON	MU-AVE.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
OXYGEN	CAPTURE	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
OXYGEN	ELAS.SCT	1412	0	-1	-2	-19	-24	-28	-39	-28	28	221	417	431	377	55	26	3	0	0
OXYGEN	INEL.SCT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
OXYGEN	N2M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
OXYGEN	MU-AVE.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
SODIUM	CAPTURE	-6	0	0	0	0	-1	-4	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SODIUM	ELAS.SCT	339	0	0	0	-5	-8	-62	-49	-21	4	79	147	156	76	14	6	2	0	0
SODIUM	INEL.SCT	133	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	66	17	12	24	12	2
SODIUM	N2M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SODIUM	MU-AVE.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CHROMIUM	CAPTURE	-22	0	0	0	0	-6	-1	-7	-1	-4	-2	-1	0	0	0	0	0	0	0
CHROMIUM	ELAS.SCT	49	0	0	0	-1	-1	-2	-13	-4	2	7	20	30	8	2	1	0	0	0
CHROMIUM	INEL.SCT	31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	13	11	4	1
CHROMIUM	N2M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CHROMIUM	MU-AVE.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
IRON	CAPTURE	-77	0	0	0	0	-22	0	-7	-8	-18	-11	-8	-3	0	0	0	0	0	0
IRON	ELAS.SCT	328	0	0	-1	-9	-9	-9	-7	-8	22	61	114	113	47	8	4	2	0	0
IRON	INEL.SCT	184	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	1	1	3	64	37	46	24	4
IRON	N2M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
IRON	MU-AVE.	-3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	-1	0	0	0	0	0
NICKEL	CAPTURE	-57	0	0	0	0	-1	-2	-3	-25	-14	-8	-5	-1	0	0	0	1	1	0
NICKEL	ELAS.SCT	85	0	0	0	-4	-5	-6	-14	3	12	24	37	27	8	2	1	0	0	0
NICKEL	INEL.SCT	35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	16	5	0
NICKEL	N2M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NICKEL	MU-AVE.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PU-241FP	CAPTURE	-8	0	0	0	0	-1	0	-2	-2	-2	-1	0	0	0	0	0	0	0	0
PU-241FP	ELAS.SCT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PU-241FP	INEL.SCT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PU-241FP	N2M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PU-241FP	MU-AVE.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
U-235FP	CAPTURE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
U-235FP	ELAS.SCT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
U-235FP	INEL.SCT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
U-235FP	N2M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
U-235FP	MU-AVE.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
U-238FP	CAPTURE	-5	0	0	0	0	-1	0	-1	-1	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0
U-238FP	ELAS.SCT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
U-238FP	INEL.SCT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
U-238FP	N2M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
U-238FP	MU-AVE.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PU-239FP	CAPTURE	-51	0	0	0	-3	-6	-3	-8	-10	-10	-7	-3	-1	0	0	0	0	0	0
PU-239FP	ELAS.SCT	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	2	0	0	0	0	0	0
PU-239FP	INEL.SCT	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	2	2	3	1	0	0
PU-239FP	N2M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PU-239FP	MU-AVE.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SPEC. PU-239	-1.00	-48	0	0	0	0	0	0	1	5	15	38	76	116	90	28	-88	-193	-108	-28
SPEC. PU-239	-0.90	-42	0	0	0	0	0	0	1	5	15	38	76	115	89	28	-86	-188	-107	-28
SPEC. PU-239	-0.80	-38	0	0	0	0	0	0	1	5	15	38	75	114	87	27	-83	-183	-106	-28
SPEC. PU-239	-0.70	-32	0	0	0	0	0	0	1	5	15	38	75	114	86	26	-81	-179	-104	-28
SPEC. PU-239	-0.60	-27	0	0	0	0	0	0	1	5	15	38	75	113	85	26	-79	-175	-103	-28
SPEC. PU-239	-0.50	-23	0	0	0	0	0	0	1	5	15	38	75	112	83	25	-77	-170	-102	-28
SPEC. PU-239	-0.40	-18	0	0	0	0	0	0	1	5	15	38	75	111	82	25	-75	-167	-100	-28
SPEC. PU-239	-0.30	-14	0	0	0	0	0	0	1	5	15	37	75	111	81	24	-73	-163	-99	-28
SPEC. PU-239	-0.20	-11	0	0	0	0	0	0	1	5	15	37	74	110	79	24	-72	-159	-98	-27
SPEC. PU-239	-0.10	-7	0	0	0	0	0	0	1	5	15	37	74	109	78	24	-70	-156	-97	-27
SPEC. PU-239	-0.05	-4	0	0	0	0	0	0	1	5	15	37	74	109	78	23	-69	-154	-96	-27
SPEC. PU-239	0.05	-2	0	0	0	0	0	0	1	5	15	37	74	108	76	23	-68	-151	-95	-27
SPEC. PU-239	0.10	2	0	0	0	0	0	0	1	5	15	37	74	108	76	23	-67	-149	-94	-27
SPEC. PU-239	0.20	5	0	0	0	0	0	0	1	5	15	37	74	107	75	22	-65	-146	-93	-27
SPEC. PU-239	0.30	8	0	0	0	0	0	0	1	5	15	37	74	107	74	22	-64	-144	-92	-27
SPEC. PU-239	0.40	10	0	0	0	0	0	0	1	5	15	37	73	106	73	22	-63	-141	-91	-27
SPEC. PU-239	0.50	13	0	0	0	0	0	0	1	5	15	37	73	105	72	21	-61	-138	-90	-27
SPEC. PU-239	0.60	17	0	0	0	0	0	0	1	5	15	37	73	105	71	21	-60	-135	-89	-27
SPEC. PU-239	0.70	19	0	0	0	0	0	0	1	5	15	37	73	104	70	21	-59	-133	-88	-27
SPEC. PU-239	0.80	21	0	0	0	0	0	0	1	5	15	37	73	104	69	20	-58	-131	-87	-27
SPEC. PU-239	0.90	24	0	0	0	0	0	0	1	5	15	37	73	103	68	20	-57	-128	-86	-27
SPEC. PU-239	1.00	26	0	0	0	0	0	0	1	5	15	37	72	102	67	20	-56	-126	-85	-26

表B.3(1) H3年度60万kWe炉心の感度係数 - 出力分布(F49反応率分布):内側炉心外端(1/2)

NUCL.	REACTION	TABLE	B60B		F49(ICE,CC)/F49(ICC,CC)								(HEAVY METAL)						UNIT:1.0E-4		
		TOTAL	18G	17G	16G	15G	14G	13G	12G	11G	10G	9G	8G	7G	6G	5G	4G	3G	2G	1G	
U-235	CAPTURE	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
U-235	NU	-84	0	0	-3	-9	-13	-5	-5	-10	-11	-10	-8	-4	-2	0	0	0	0		
U-235	FISSION	-65	0	0	-2	-7	-10	-4	-7	-8	-9	-8	-6	-3	-1	0	0	0	0		
U-235	ELAS.SCT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
U-235	INEL.SCT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
U-235	N2H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
U-235	HU-AVE.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
U-238	CAPTURE	1822	-12	8	43	165	223	125	205	231	276	223	146	93	65	20	8	3	0		
U-238	NU	-454	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-17	-173	-165	-68		
U-238	FISSION	-243	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-11	-97	-83	-35		
U-238	ELAS.SCT	294	-2	-1	0	6	10	-1	0	9	24	39	59	59	42	15	16	13	5		
U-238	INEL.SCT	611	0	0	0	0	0	0	0	0	24	59	59	42	15	16	13	5	1		
U-238	N2H	1	0	0	0	0	0	0	0	0	29	51	47	42	68	171	146	50	7		
U-238	HU-AVE.	-140	0	0	0	0	0	0	0	0	-2	-7	-14	-22	-13	-24	-34	-19	-5		
PU-239	CAPTURE	49	-11	0	12	30	26	9	8	1	0	-5	-8	-8	-4	-1	0	0	0		
PU-239	NU	-346	42	-10	-75	-225	-259	-88	-152	-157	-170	-92	15	151	234	135	137	108	46		
PU-239	FISSION	-607	28	-2	-42	-133	-157	-97	-157	-164	-186	-141	-45	58	149	83	92	68	30		
PU-239	ELAS.SCT	40	0	0	0	0	1	0	0	1	3	6	9	8	6	2	2	2	0		
PU-239	INEL.SCT	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
PU-239	N2H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	1	1	0		
PU-239	HU-AVE.	-20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-2	-4	-2	-3	-5	-3	0		
PU-240	CAPTURE	-22	-7	0	4	9	6	1	0	-3	-4	-7	-8	-6	-5	-1	-1	0	0		
PU-240	NU	292	0	0	0	-5	-6	-1	-1	-2	-2	0	3	10	66	70	70	58	24		
PU-240	FISSION	193	0	0	0	-4	-5	-1	-1	-2	-2	0	1	6	44	46	47	40	18		
PU-240	ELAS.SCT	22	0	0	0	1	0	0	0	1	2	3	5	4	3	1	1	1	0		
PU-240	INEL.SCT	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
PU-240	N2H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	1	0	0	0		
PU-240	HU-AVE.	-6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
PU-241	CAPTURE	-29	-2	0	0	1	0	0	-1	-3	-3	-5	-5	-5	-4	-1	-1	0	0		
PU-241	NU	400	17	0	-17	-39	-43	-10	-12	3	21	58	93	105	92	44	42	30	12		
PU-241	FISSION	181	10	0	-15	-36	-46	-12	-19	-10	1	29	56	69	63	30	28	21	9		
PU-241	ELAS.SCT	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0		
PU-241	INEL.SCT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
PU-241	N2H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
PU-241	HU-AVE.	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0		
PU-242	CAPTURE	-8	-1	0	0	1	0	0	-1	-1	-2	-2	-1	-1	0	0	0	0	0		
PU-242	NU	74	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	13	20	18	14	6		
PU-242	FISSION	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	9	13	12	10	4		
PU-242	ELAS.SCT	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0		
PU-242	INEL.SCT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
PU-242	N2H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
PU-242	HU-AVE.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
AM-241	CAPTURE	-4	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	-1	-1	0	0	0	0	0	0		
AM-241	NU	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3	2	1	0		
AM-241	FISSION	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	1	0	0		
AM-241	ELAS.SCT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
AM-241	INEL.SCT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
AM-241	N2H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
AM-241	HU-AVE.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		



表B.3(2) H3年度60万kWe炉心の感度係数 - 出力分布(F49反応率分布):内側炉心外端(2/2)

TABLE		B608 F49(ICC,CC)/F49(ICC,CC)										(STRUCTURE, COOLANT & FISSION SPECTRUM)										UNIT:1.0E-4	
NUCL.	REACTION	TOTAL	18G	17G	16G	15G	14G	13G	12G	11G	10G	9G	8G	7G	6G	5G	4G	3G	2G	1G			
CARBON	CAPTURE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
CARBON	ELAS.SCT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
CARBON	INEL.SCT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
CARBON	N2M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
CARBON	MU-AVE.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
OXYGEN	CAPTURE	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	2			
OXYGEN	ELAS.SCT	1367	-1	-1	-2	3	-9	-8	-10	16	79	152	239	313	314	110	99	44	24	5			
OXYGEN	INEL.SCT	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1			
OXYGEN	N2M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
OXYGEN	MU-AVE.	-31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	10	-24	-2	-3	-7	-7	0			
SODIUM	CAPTURE	4	0	0	0	0	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
SODIUM	ELAS.SCT	839	-1	0	0	5	17	-15	17	48	95	123	139	175	130	43	36	22	4	1			
SODIUM	INEL.SCT	165	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	47	19	25	42	25	7			
SODIUM	N2M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
SODIUM	MU-AVE.	-42	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	-3	-6	-9	-9	-10	-3	0			
CHROMIUM	CAPTURE	-6	-5	-1	-1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
CHROMIUM	ELAS.SCT	428	-1	0	0	5	0	5	11	29	37	94	88	68	34	30	22	5	1	1			
CHROMIUM	INEL.SCT	43	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	10	17	11	4	4			
CHROMIUM	N2M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
CHROMIUM	MU-AVE.	-65	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-2	-7	-10	-6	-11	-17	-9	-3	3			
IRON	CAPTURE	-61	-26	-6	-5	-3	1	0	0	-1	0	-1	-5	-7	-7	-1	0	0	0	0			
IRON	ELAS.SCT	1756	-22	-11	-8	2	37	0	14	60	240	194	237	354	304	122	112	91	25	5			
IRON	INEL.SCT	252	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	60	78	57	19	19			
IRON	N2M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
IRON	MU-AVE.	-345	0	0	0	0	0	0	0	-4	-5	-14	-40	-66	-34	-48	-72	-47	-15	15			
NICKEL	CAPTURE	67	0	0	0	1	2	2	3	19	11	6	5	3	1	0	1	5	6	2			
NICKEL	ELAS.SCT	218	-1	0	0	4	4	-2	2	21	40	26	33	37	23	11	13	9	2	0			
NICKEL	INEL.SCT	42	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	20	9	2	2			
NICKEL	N2M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
NICKEL	MU-AVE.	-19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-2	-2	-2	-4	-5	-3	-1			
PU-241FP	CAPTURE	23	0	0	1	3	4	1	3	3	3	2	2	1	0	0	0	0	0	0			
PU-241FP	ELAS.SCT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
PU-241FP	INEL.SCT	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0			
PU-241FP	N2M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
PU-241FP	MU-AVE.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
U-235FP	CAPTURE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
U-235FP	ELAS.SCT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
U-235FP	INEL.SCT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
U-235FP	N2M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
U-235FP	MU-AVE.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
U-238FP	CAPTURE	22	0	0	1	3	4	1	2	3	3	2	2	1	0	0	0	0	0	0			
U-238FP	ELAS.SCT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
U-238FP	INEL.SCT	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0			
U-238FP	N2M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
U-238FP	MU-AVE.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
PU-239FP	CAPTURE	120	-1	1	6	15	18	7	14	14	15	12	10	6	3	0	0	0	0	0			
PU-239FP	ELAS.SCT	7	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	2	1	0	1	0	0	0	0			
PU-239FP	INEL.SCT	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	4	5	2	0			
PU-239FP	N2M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
PU-239FP	MU-AVE.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
SPEC. PU-239	-1.00	-19	0	0	0	0	0	0	2	5	14	32	54	65	59	-10	-126	-88	-26	-26			
SPEC. PU-239	-0.90	-17	0	0	0	0	0	0	2	5	14	32	53	64	58	-10	-122	-87	-26	-26			
SPEC. PU-239	-0.80	-14	0	0	0	0	0	0	2	5	14	32	53	63	57	-10	-119	-86	-25	-25			
SPEC. PU-239	-0.70	-11	0	0	0	0	0	0	2	5	14	32	53	62	56	-9	-116	-85	-25	-25			
SPEC. PU-239	-0.60	-10	0	0	0	0	0	0	2	5	14	32	52	61	55	-9	-113	-84	-25	-25			
SPEC. PU-239	-0.50	-9	0	0	0	0	0	0	2	5	14	32	52	60	54	-9	-111	-83	-25	-25			
SPEC. PU-239	-0.40	-7	0	0	0	0	0	0	2	5	14	32	52	59	53	-9	-108	-82	-25	-25			
SPEC. PU-239	-0.30	-6	0	0	0	0	0	0	2	5	14	32	51	58	52	-8	-106	-81	-25	-25			
SPEC. PU-239	-0.20	-4	0	0	0	0	0	0	2	5	14	32	51	57	51	-8	-103	-80	-25	-25			
SPEC. PU-239	-0.10	-2	0	0	0	0	0	0	2	5	14	32	51	57	50	-8	-101	-79	-25	-25			
SPEC. PU-239	-0.05	-2	0	0	0	0	0	0	2	5	14	32	51	56	49	-8	-100	-78	-25	-25			
SPEC. PU-239	0.05	-2	0	0	0	0	0	0	2	5	14	32	50	55	48	-8	-98	-77	-25	-25			
SPEC. PU-239	0.10	-1	0	0	0	0	0	0	2	5	14	32	50	55	48	-8	-97	-77	-25	-25			
SPEC. PU-239	0.20	0	0	0	0	0	0	0	2	5	14	31	50	54	47	-7	-95	-76	-25	-25			
SPEC. PU-239	0.30	0	0	0	0	0	0	0	2	5	14	31	49	53	46	-7	-93	-75	-25	-25			
SPEC. PU-239	0.40	2	0	0	0	0	0	0	2	5	14	31	49	52	45	-7	-91	-74	-25	-25			
SPEC. PU-239	0.50	4	0	0	0	0	0	0	2	5	14	31	49	52	45	-7	-90	-73	-24	-24			
SPEC. PU-239	0.60	4	0	0	0	0	0	0	2	5	14	31	49	51	44	-7	-88	-73	-24	-24			
SPEC. PU-239	0.70	4	0	0	0	0	0	0	2	5	14	31	48	50	43	-7	-86	-72	-24	-24			
SPEC. PU-239	0.80	6	0	0	0	0	0	0	2	5	14	31	48	50	43	-7	-85	-71	-24	-24			
SPEC. PU-239	0.90	8	0	0	0	0	0	0	2	5	14	31	48	49	42	-6	-83	-70	-24	-24			
SPEC. PU-239	1.00	6	0	0	0	0	0	0	2	5	14	31	47	48	41	-6	-82	-70	-24	-24			

表B.4(1) H3年度60万kWe炉心の感度係数 - 出力分布(F49反応率分布):外側炉心中央(1/2)

NUCL.	REACTION	F49(OCM,CC)/F49(ICC,CC)																		
		TOTAL	B60B		F49(OCM,CC)							(HEAVY METAL)							UNIT:1.0E-4	
			16G	17G	16G	15G	14G	13G	12G	11G	10G	9G	8G	7G	6G	5G	4G	3G	2G	1G
U-235	CAPTURE	7	0	0	0	1	2	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
U-235	NU	-125	1	-1	-5	-14	-20	-7	-13	-14	-16	-14	-12	-7	-3	0	0	0	0	0
U-235	FISSION	-95	0	0	-3	-10	-15	-6	-10	-11	-13	-11	-9	-5	-2	0	0	0	0	0
U-235	ELAS.SCT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
U-235	INEL.SCT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
U-235	N2N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
U-235	MU-AVE.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
U-238	CAPTURE	2943	-21	16	79	292	389	190	324	371	439	350	277	142	98	31	12	4	0	0
U-238	NU	-670	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-2	-26	-259	-247	-98	-43
U-238	FISSION	-358	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-16	-146	-122	-50	-23
U-238	ELAS.SCT	337	-4	-3	-3	-6	-11	-2	-1	3	21	43	70	87	61	25	25	22	8	2
U-238	INEL.SCT	872	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40	68	64	58	96	244	214	75	11
U-238	N2N	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
U-238	MU-AVE.	-218	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-2	-8	-21	-32	-21	-38	-56	-32	-8
PU-239	CAPTURE	116	-19	1	27	61	56	11	13	4	1	-7	-11	-11	-7	-2	-1	0	0	0
PU-239	NU	-504	75	-10	-108	-337	-399	-124	-272	-233	-252	-134	20	224	343	199	201	162	70	21
PU-239	FISSION	-829	45	-18	-117	-351	-427	-142	-254	-275	-300	-184	-16	211	340	199	201	165	72	22
PU-239	ELAS.SCT	56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PU-239	INEL.SCT	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	3	1	2	3	2	0
PU-239	N2N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PU-239	MU-AVE.	-34	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-2	-4	-6	-3	-5	-8	-5	-1
PU-240	CAPTURE	-18	-11	0	9	20	15	1	0	-4	-6	-11	-12	-9	-7	-2	-1	0	0	0
PU-240	NU	433	0	0	0	-8	-10	-2	-1	-3	-3	0	4	15	98	104	103	87	37	12
PU-240	FISSION	286	0	0	0	-6	-8	-1	-1	-3	-3	-1	1	9	64	69	69	61	27	9
PU-240	ELAS.SCT	-34	0	0	0	0	0	0	0	1	3	5	6	7	5	2	2	2	1	0
PU-240	INEL.SCT	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	3	3	1	0	1	1	0
PU-240	N2N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PU-240	MU-AVE.	-14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-2	-2	-1	-2	-4	-2	0
PU-241	CAPTURE	-44	-3	0	1	3	0	-1	-2	-4	-5	-8	-8	-8	-6	-2	-1	0	0	0
PU-241	NU	586	29	1	-24	-60	-71	-13	-18	4	29	85	137	155	136	65	62	45	18	6
PU-241	FISSION	273	18	1	-19	-50	-69	-18	-29	-15	1	43	81	102	92	45	42	31	13	4
PU-241	ELAS.SCT	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	2	2	0	1	0	0	0
PU-241	INEL.SCT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PU-241	N2N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PU-241	MU-AVE.	-6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	0	-1	-2	-1	0
PU-242	CAPTURE	-10	-3	0	1	3	2	0	0	-2	-2	-3	-2	-2	-2	0	0	0	0	0
PU-242	NU	110	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	19	29	27	21	9	3
PU-242	FISSION	74	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	13	19	18	15	6	2
PU-242	ELAS.SCT	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	2	1	0	0	0	0
PU-242	INEL.SCT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PU-242	N2N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PU-242	MU-AVE.	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0
AM-241	CAPTURE	-9	0	0	0	0	0	0	-1	-1	-1	-2	-2	-1	-1	0	0	0	0	0
AM-241	NU	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	4	3	1	0
AM-241	FISSION	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	3	2	1	0
AM-241	ELAS.SCT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AM-241	INEL.SCT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AM-241	N2N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AM-241	MU-AVE.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

表B.4(2) H3年度60万kWe炉心の感度係数 - 出力分布(F49反応率分布):外側炉心中央(2/2)

TABLE		B60H		F49(DCM,CC)/F49(JCC,CC)								(STRUCTURE, COOLANT & FISSION SPECTRUM)								UNIT:1.0E-4
NUCL.	REACTION	TOTAL	18G	17G	16G	15G	14G	13G	12G	11G	10G	9G	8G	7G	6G	5G	4G	3G	2G	1G
CARBON	CAPTURE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CARBON	ELAS.SCT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CARBON	INEL.SCT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CARBON	N2N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CARBON	MU-AVE.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
OXYGEN	CAPTURE	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
OXYGEN	ELAS.SCT	1883	-3	-3	-8	-11	-43	-12	-13	17	102	202	335	451	445	173	151	72	40	8
OXYGEN	INEL.SCT	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
OXYGEN	N2N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
OXYGEN	MU-AVE.	-51	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SODIUM	CAPTURE	20	-1	0	0	1	6	8	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1
SODIUM	ELAS.SCT	562	-1	-2	-5	-8	-27	-32	-27	-4	51	76	96	174	140	54	43	27	6	1
SODIUM	INEL.SCT	207	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	52	23	34	54	32	10
SODIUM	N2N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SODIUM	MU-AVE.	-46	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CHROMIUM	CAPTURE	-11	-9	-2	-1	-1	2	0	3	0	0	0	-1	-1	-1	0	0	0	0	0
CHROMIUM	ELAS.SCT	670	-2	-1	-1	-2	1	0	3	12	45	59	148	144	112	57	49	36	9	1
CHROMIUM	INEL.SCT	65	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	14	26	18	6
CHROMIUM	N2N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CHROMIUM	MU-AVE.	-111	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-4	-12	-17	-11	-18	-28	-16	-5
IRON	CAPTURE	-97	-44	-11	-8	-5	12	-1	1	-1	-1	-3	-9	-12	-13	-2	0	0	0	0
IRON	ELAS.SCT	2740	-39	-21	-21	-24	27	0	15	83	376	300	363	582	505	206	184	152	42	8
IRON	INEL.SCT	382	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	42	91	120	91	30
IRON	N2N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
IRON	MU-AVE.	-584	0	0	0	0	0	0	-1	-6	-9	-23	-69	-111	-59	-80	-121	-79	-26	-26
NICKEL	CAPTURE	117	0	0	0	2	4	-3	5	32	19	11	9	5	3	1	2	8	9	4
NICKEL	ELAS.SCT	226	-3	-1	-3	-6	-12	-3	-5	9	42	29	39	52	32	18	21	14	3	0
NICKEL	INEL.SCT	63	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	30	14	3
NICKEL	N2N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NICKEL	MU-AVE.	-33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-3	-4	-3	-6	-9	-6	-2
PU-241FP	CAPTURE	41	0	0	0	2	6	7	2	4	5	5	4	3	2	1	0	0	0	0
PU-241FP	ELAS.SCT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PU-241FP	INEL.SCT	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PU-241FP	N2N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PU-241FP	MU-AVE.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
U-235FP	CAPTURE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
U-235FP	ELAS.SCT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
U-235FP	INEL.SCT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
U-235FP	N2N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
U-235FP	MU-AVE.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
U-238FP	CAPTURE	37	0	0	2	5	6	2	4	4	4	4	3	2	1	0	0	0	0	0
U-238FP	ELAS.SCT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
U-238FP	INEL.SCT	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0
U-238FP	N2N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
U-238FP	MU-AVE.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PU-239FP	CAPTURE	198	-3	2	11	26	31	12	22	23	23	17	15	10	5	1	1	0	0	0
PU-239FP	ELAS.SCT	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PU-239FP	INEL.SCT	23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PU-239FP	N2N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PU-239FP	MU-AVE.	-3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SPEC. PU-239	-1.00	-23	0	0	0	0	0	0	1	3	8	20	47	76	93	89	-7	-183	-133	-37
SPEC. PU-239	-0.90	-20	0	0	0	0	0	0	1	3	8	20	46	76	91	87	-6	-178	-131	-37
SPEC. PU-239	-0.80	-18	0	0	0	0	0	0	1	3	8	20	46	75	90	85	-6	-173	-130	-37
SPEC. PU-239	-0.70	-15	0	0	0	0	0	0	1	3	8	20	46	75	88	84	-6	-169	-128	-37
SPEC. PU-239	-0.60	-13	0	0	0	0	0	0	1	3	8	20	46	74	87	82	-6	-165	-126	-37
SPEC. PU-239	-0.50	-12	0	0	0	0	0	0	1	3	8	20	46	74	85	80	-6	-161	-125	-37
SPEC. PU-239	-0.40	-9	0	0	0	0	0	0	1	3	8	20	46	73	84	79	-6	-157	-123	-37
SPEC. PU-239	-0.30	-6	0	0	0	0	0	0	1	3	8	20	46	73	83	77	-5	-154	-122	-36
SPEC. PU-239	-0.20	-6	0	0	0	0	0	0	1	3	7	20	46	72	81	76	-5	-151	-120	-36
SPEC. PU-239	-0.10	-3	0	0	0	0	0	0	1	3	7	20	46	72	80	75	-5	-147	-119	-36
SPEC. PU-239	0.05	-2	0	0	0	0	0	0	1	3	7	20	46	72	79	74	-5	-146	-118	-36
SPEC. PU-239	0.10	-1	0	0	0	0	0	0	1	3	7	20	45	71	78	73	-5	-143	-116	-36
SPEC. PU-239	0.20	1	0	0	0	0	0	0	1	3	7	20	45	71	78	72	-5	-141	-116	-36
SPEC. PU-239	0.30	1	0	0	0	0	0	0	1	3	7	20	45	70	77	71	-5	-138	-114	-36
SPEC. PU-239	0.40	2	0	0	0	0	0	0	1	3	7	20	45	70	75	70	-5	-136	-113	-36
SPEC. PU-239	0.50	3	0	0	0	0	0	0	1	3	7	20	45	70	74	68	-5	-133	-112	-36
SPEC. PU-239	0.60	7	0	0	0	0	0	0	1	3	7	20	45	69	73	67	-5	-130	-111	-36
SPEC. PU-239	0.70	7	0	0	0	0	0	0	1	3	7	20	45	69	72	66	-4	-128	-109	-35
SPEC. PU-239	0.80	9	0	0	0	0	0	0	1	3	7	20	45	68	71	65	-4	-126	-108	-35
SPEC. PU-239	0.90	10	0	0	0	0	0	0	1	3	7	20	45	68	70	64	-4	-123	-107	-35
SPEC. PU-239	1.00	10	0	0	0	0	0	0	1	3	7	20	45	68	69	63	-4	-121	-106	-35
SPEC. PU-239	1.00	10	0	0	0	0	0	0	1	3	7	20	44	67	69	62	-4	-119	-105	-35

表B.5(1) H3年度60万kWe炉心の感度係数 - 制御棒価値(炉中心)(1/2)

NUCL.	REACTION	TOTAL	H <sub>2</sub> O		CENTER CR WORTH						HEAVY METAL						UNIT:1.0E-4		
			10G	17G	16G	15G	14G	13G	12G	11G	10G	9G	8G	7G	6G	5G	4G	3G	2G
U-235	CAPTURE	-12	0	0	-1	-2	-3	0	-1	-1	-2	-1	-1	0	0	0	0	0	0
U-235	HU	103	-3	0	7	23	32	9	17	17	16	9	2	-5	-8	-5	-4	-3	-1
U-235	FISSION	58	1	0	4	16	23	7	12	12	10	4	-2	-7	-8	-4	-4	-1	
U-235	ELAS.SCT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
U-235	INEL.SCT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
U-235	N2M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
U-235	HU-AVE.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
U-238	CAPTURE	-4540	56	-19	-129	-511	-672	-274	-501	-588	-700	-549	-345	187	-104	-14	-3	0	
U-238	HU	-1116	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-33	-372	-407	
U-238	FISSION	-1181	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-2	-37	-404	-431	
U-238	ELAS.SCT	-1755	7	6	3	-8	-30	-5	-39	-85	-175	-290	-375	-331	-217	-63	-65	-60	
U-238	INEL.SCT	-832	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-118	-171	-134	-97	-90	-132	-61	
U-238	N2M	-8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
U-238	HU-AVE.	715	0	0	0	0	0	0	0	1	5	20	54	92	118	57	102	156	
PU-239	CAPTURE	-337	50	-1	-53	-137	-142	-23	-38	-25	-19	-1	10	19	14	5	3	1	
PU-239	HU	-4595	-200	10	218	694	762	161	290	229	95	-352	-881	-1405	-1584	-843	-808	-634	
PU-239	FISSION	-4132	-127	6	163	524	597	134	238	179	38	-357	-820	-1242	-1351	-687	-642	-504	
PU-239	ELAS.SCT	-178	1	0	0	0	-3	0	-4	-9	-18	-29	-38	-35	-22	-6	-7	-6	
PU-239	INEL.SCT	2	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	-1	-3	-4	-5	0	7		
PU-239	N2M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
PU-239	HU-AVE.	77	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	6	11	14	6	10		
PU-240	CAPTURE	-45	31	1	-19	-49	-47	-4	-9	-4	-2	8	13	15	13	4	3	1	
PU-240	HU	-1574	0	0	1	18	20	2	2	2	-2	-12	-24	-62	-347	-367	-352	-292	
PU-240	FISSION	-1256	0	0	1	14	16	2	1	1	-2	-11	-21	-52	-286	-291	-273	-226	
PU-240	ELAS.SCT	-99	1	0	0	0	-2	0	-2	-5	-12	-17	-21	-18	-11	-3	-4	-1	
PU-240	INEL.SCT	-13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-5	-8	-7	-5	0	6	5	
PU-240	N2M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
PU-240	HU-AVE.	36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	5	6	2	5	8	
PU-241	CAPTURE	45	8	0	-3	-10	-8	0	1	3	4	8	10	12	11	5	3	1	
PU-241	HU	-1961	-75	-3	56	148	172	9	11	-48	-131	-275	-416	-459	-389	-190	-175	-127	
PU-241	FISSION	-1561	-47	-2	44	115	141	13	16	-33	-108	-229	-346	-377	-315	-149	-134	-97	
PU-241	ELAS.SCT	-28	0	0	0	0	0	0	0	-1	-3	-5	-6	-6	-4	-1	-1	0	
PU-241	INEL.SCT	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	2	3	
PU-241	N2M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
PU-241	HU-AVE.	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	2	1	2	4	
PU-242	CAPTURE	0	7	0	-2	-9	-9	0	-1	0	0	3	3	3	3	1	1	0	
PU-242	HU	-363	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	-2	-9	-64	-97	-86	-68	
PU-242	FISSION	-284	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-7	-52	-76	-66	-52	
PU-242	ELAS.SCT	-26	0	0	0	0	0	0	0	-1	-3	-5	-6	-5	-3	-1	-1	0	
PU-242	INEL.SCT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	-1	0	0	1	2	
PU-242	N2M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
PU-242	HU-AVE.	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	2	
AM-241	CAPTURE	12	1	0	0	0	0	0	0	1	2	2	3	2	1	0	0	0	
AM-241	HU	-34	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-3	-9	-10	-8	
AM-241	FISSION	-26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-2	-7	-8	-6	
AM-241	ELAS.SCT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
AM-241	INEL.SCT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
AM-241	N2M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
AM-241	HU-AVE.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

表B.5(2) H3年度60万kWe炉心の感度係数 — 制御棒価値(炉中心) (2/2)

TABLE		B60B CENTER CR WORTH										(STRUCTURE, COOLANT & FISSION SPECTRUM) UNIT:1.0E-4									
MUCT.	REACTION	TOTAL	18G	17G	16G	15G	14G	13G	12G	11G	10G	9G	8G	7G	6G	5G	4G	3G	2G	1G	
CARBON	CAPTURE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
CARBON	ELAS.SCT	176	0	0	0	1	3	1	0	3	10	27	36	47	33	16	10	4	0	0	
CARBON	INEL.SCT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
CARBON	N2N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
CARBON	MU-AVE.	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	
OXYGEN	CAPTURE	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	2	
OXYGEN	ELAS.SCT	5005	5	6	14	2	23	12	-45	-174	-411	-692	-975	-1143	-935	-244	-188	-152	-92	-16	
OXYGEN	INEL.SCT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
OXYGEN	N2N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
OXYGEN	MU-AVE.	138	0	0	0	0	0	0	1	1	2	0	-14	-62	124	11	17	30	30	3	
SODIUM	CAPTURE	-46	3	0	0	-3	-15	-14	-2	0	-4	-3	-4	-2	0	0	0	0	0	-7	
SODIUM	ELAS.SCT	-2603	5	7	11	6	6	16	-31	-84	-218	-399	-504	-600	-463	-131	-117	-82	-21	-4	
SODIUM	INEL.SCT	-283	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-102	-25	-39	-69	-36	-12	
SODIUM	N2N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
SODIUM	MU-AVE.	226	0	0	0	0	0	1	1	1	3	5	7	18	31	39	44	56	16	4	
CHROMIUM	CAPTURE	66	29	5	5	3	3	3	0	1	2	3	5	3	3	1	0	0	0	0	
CHROMIUM	ELAS.SCT	-1175	8	4	5	4	-11	-3	-53	-29	-64	-107	-275	-177	-88	-80	-64	-17	-3		
CHROMIUM	INEL.SCT	-21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	-8	-13	-3	
CHROMIUM	N2N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
CHROMIUM	MU-AVE.	201	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	8	19	27	19	33	53	31	10	
IRON	CAPTURE	408	138	30	23	15	16	3	3	12	21	17	31	36	36	6	4	5	7	5	
IRON	ELAS.SCT	-4241	138	72	71	56	-88	0	-81	-140	-616	-479	-616	-882	-740	-302	-291	-255	-73	-15	
IRON	INEL.SCT	-170	0	0	0	0	0	0	0	0	-4	2	0	0	0	-10	8	-76	-70	-22	
IRON	N2N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
IRON	MU-AVE.	964	-1	0	0	0	0	0	0	1	11	14	39	105	169	91	135	213	139	48	
NICKEL	CAPTURE	-136	2	0	-1	-3	-8	-5	-9	-54	-31	-18	-14	-6	-2	0	1	4	6	2	
NICKEL	ELAS.SCT	-1065	6	3	4	-4	-11	-1	-31	-154	-187	-141	-161	-166	-98	-37	-43	-34	-9	-1	
NICKEL	INEL.SCT	-10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	1	-4	-6	0	
NICKEL	N2N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
NICKEL	MU-AVE.	107	0	0	0	0	0	0	0	1	1	3	5	12	14	8	16	25	16	6	
PU-241FP	CAPTURE	-66	2	0	-4	-11	-12	-3	-7	-8	-8	-6	-5	-3	-1	0	0	0	0	0	
PU-241FP	ELAS.SCT	-13	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-2	-3	-3	-2	-1	-1	0	0	0	
PU-241FP	INEL.SCT	-2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	-1	0	0	
PU-241FP	N2N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
PU-241FP	MU-AVE.	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	
U-235FP	CAPTURE	-1	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
U-235FP	ELAS.SCT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
U-235FP	INEL.SCT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
U-235FP	N2N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
U-235FP	MU-AVE.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
U-238FP	CAPTURE	-6	1	0	-4	-9	-10	-3	-6	-7	-7	-6	-5	-3	-1	0	0	0	0	0	
U-238FP	ELAS.SCT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-2	-2	-2	0	0	0	0	0	0	
U-238FP	INEL.SCT	-3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	-1	-1	0	0	
U-238FP	N2N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
U-238FP	MU-AVE.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	
PU-239FP	CAPTURE	-313	8	-3	-20	-46	-53	-17	-33	-36	-37	-30	-23	-14	-7	-1	-1	0	0	0	
PU-239FP	ELAS.SCT	-73	0	0	0	0	-1	0	-1	-3	-6	-10	-14	-14	-11	-4	-5	-3	-1	0	
PU-239FP	INEL.SCT	-21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-2	-5	-2	-3	-6	-3	0	
PU-239FP	N2N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
PU-239FP	MU-AVE.	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	5	3	4	4	1	0	
SPEC. PU-239 -1.00		-13	0	0	0	0	0	0	-1	-3	-6	-10	-1	98	359	256	-164	-309	-129	-103	
SPEC. PU-239 -0.90		-11	0	0	0	0	0	0	-1	-3	-6	-10	-1	97	353	251	-160	-301	-127	-103	
SPEC. PU-239 -0.80		-7	0	0	0	0	0	0	-1	-3	-6	-10	-1	97	347	246	-155	-293	-125	-103	
SPEC. PU-239 -0.70		-5	0	0	0	0	0	0	-1	-3	-6	-10	-1	96	341	241	-151	-286	-123	-102	
SPEC. PU-239 -0.60		-3	0	0	0	0	0	0	-1	-3	-6	-10	-1	96	336	236	-147	-279	-122	-102	
SPEC. PU-239 -0.50		-3	0	0	0	0	0	0	-1	-3	-6	-10	-1	95	330	232	-144	-273	-120	-102	
SPEC. PU-239 -0.40		-1	0	0	0	0	0	0	-1	-3	-6	-10	-1	94	325	227	-140	-266	-119	-101	
SPEC. PU-239 -0.30		0	0	0	0	0	0	0	-1	-3	-6	-10	-1	94	320	223	-137	-261	-117	-101	
SPEC. PU-239 -0.20		1	0	0	0	0	0	0	-1	-3	-6	-10	-1	93	315	219	-133	-255	-116	-101	
SPEC. PU-239 -0.10		3	0	0	0	0	0	0	-1	-3	-6	-10	-1	93	310	215	-130	-249	-115	-100	
SPEC. PU-239 -0.05		2	0	0	0	0	0	0	-1	-3	-6	-10	-1	92	308	213	-129	-247	-114	-100	
SPEC. PU-239 0.05		4	0	0	0	0	0	0	-1	-3	-6	-10	-1	92	303	210	-126	-242	-112	-100	
SPEC. PU-239 0.10		4	0	0	0	0	0	0	-1	-3	-6	-10	-1	92	301	208	-125	-239	-112	-100	
SPEC. PU-239 0.20		5	0	0	0	0	0	0	-1	-3	-6	-10	-1	91	297	204	-122	-234	-111	-99	
SPEC. PU-239 0.30		5	0	0	0	0	0	0	-1	-3	-6	-10	-1	90	292	201	-119	-230	-109	-99	
SPEC. PU-239 0.40		6	0	0	0	0	0	0	-1	-3	-6	-10	-1	90	288	198	-117	-225	-108	-99	
SPEC. PU-239 0.50		5	0	0	0	0	0	0	-1	-3	-6	-10	-1	89	284	195	-115	-221	-107	-99	
SPEC. PU-239 0.60		6	0	0	0	0	0	0	-1	-3	-6	-10	-1	89	280	191	-112	-217	-106	-98	
SPEC. PU-239 0.70		7	0	0	0	0	0	0	-1	-3	-6	-10	-1	88	277	188	-110	-213	-104	-98	
SPEC. PU-239 0.80		8	0	0	0	0	0	0	-1	-3	-6	-10	-1	88	273	186	-108	-209	-103	-98	
SPEC. PU-239 0.90		8	0	0	0	0	0	0	-1	-3	-6	-10	-1	87	269	183	-106	-205	-102	-97	
SPEC. PU-239 1.00		8	0	0	0	0	0	0	-1	-3	-6	-10	-1	87	266	180	-104	-202	-101	-97	

表B.6(1) H3年度60万kWe炉心の感度係数 - 制御棒価値(第1リング)(1/2)

NUCL.	REACTION	TABLE B.6(1)		1-ST RING CR WORTH							(HEAVY METAL)							UNIT:1.0E-4		
		TOTAL	B608	18G	17G	16G	15G	14G	13G	12G	11G	10G	9G	8G	7G	6G	5G	4G	3G	2G
U-235	CAPTURE	-8	0	0	0	0	-2	-2	0	-1	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0
U-235	NU	64	-2	0	4	17	23	7	13	13	12	6	0	-7	-9	-5	-4	-3	-1	0
U-235	FISSION	32	-1	0	3	11	17	5	10	9	8	2	-3	-8	-9	-4	-4	-3	-1	0
U-235	ELAS.SCT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
U-235	INEL.SCT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
U-235	H2H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
U-235	HU-AVE.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
U-238	CAPTURE	-3258	31	-6	-86	-360	-485	-202	-370	-432	-514	-399	-245	-131	-71	-7	-1	0	0	0
U-238	NU	-1286	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-2	-38	-437	-468	-239	-102
U-238	FISSION	-1296	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-2	-40	-446	-473	-235	-100
U-238	ELAS.SCT	-1834	6	5	3	-3	-19	-4	-35	-85	-181	-309	-394	-351	-234	-69	-70	-65	-24	-5
U-238	INEL.SCT	-893	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-103	-155	-129	-103	-112	-161	-88	-39	-3
U-238	H2H	-9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
U-238	HU-AVE.	771	0	0	0	0	0	0	0	1	5	22	57	99	127	62	111	169	93	25
PU-239	CAPTURE	-196	45	3	-32	-93	-99	-15	-26	-16	-11	2	11	17	12	4	2	0	0	0
PU-239	NU	-4790	-181	-9	141	490	557	125	227	177	55	-341	-838	-1304	-1470	-772	-744	-583	-246	-74
PU-239	FISSION	-4249	-113	-6	107	374	442	107	192	146	21	-331	-770	-1158	-1273	-642	-605	-475	-204	-61
PU-239	ELAS.SCT	-185	0	0	0	0	-2	0	-3	-9	-19	-31	-40	-36	-23	-7	-7	-6	-2	0
PU-239	INEL.SCT	-10	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	-1	-3	-4	-7	-1	4	4	0	0
PU-239	H2H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PU-239	HU-AVE.	84	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	7	12	15	7	11	18	10	2
PU-240	CAPTURE	-3	28	3	-12	-33	-32	-2	-5	-2	0	8	12	13	11	4	3	1	0	0
PU-240	NU	-1438	0	0	1	13	15	1	1	1	-2	-11	-22	-56	-316	-331	-320	-265	-111	-36
PU-240	FISSION	-1172	0	0	0	10	17	1	1	1	-2	-10	-19	-48	-265	-269	-254	-211	-90	-29
PU-240	ELAS.SCT	-104	1	0	0	0	-1	0	-2	-5	-12	-18	-22	-19	-12	-3	-5	-5	-1	0
PU-240	INEL.SCT	-22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-4	-9	-8	-7	0	4	2	0	0
PU-240	H2H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PU-240	HU-AVE.	37	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	5	6	2	5	9	5	-1
PU-241	CAPTURE	44	7	0	-2	-6	-5	0	1	3	4	7	9	10	9	4	2	1	0	0
PU-241	NU	-1785	-66	-7	34	102	122	7	10	-36	-107	-233	-363	-404	-346	-168	-156	-113	-46	-15
PU-241	FISSION	-1435	-41	-5	27	80	102	11	16	-23	-87	-193	-304	-337	-286	-135	-122	-89	-37	-12
PU-241	ELAS.SCT	-29	0	0	0	0	0	0	0	-1	-3	-5	-7	-6	-4	-1	-1	-1	0	0
PU-241	INEL.SCT	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	0	1	2	0	0
PU-241	H2H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PU-241	HU-AVE.	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	2	1	2	4	2	0
PU-242	CAPTURE	6	6	0	-1	-6	-6	0	0	0	1	2	3	2	3	1	1	0	0	0
PU-242	NU	-327	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-2	-8	-57	-87	-78	-61	-25	-9
PU-242	FISSION	-261	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-6	-48	-70	-61	-48	-20	-7
PU-242	ELAS.SCT	-26	0	0	0	0	0	0	0	-1	-3	-5	-6	-5	-3	-1	-1	-1	0	0
PU-242	INEL.SCT	-2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-2	-1	0	0	1	1	0	0
PU-242	H2H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PU-242	HU-AVE.	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	2	1	0
AM-241	CAPTURE	9	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	2	2	1	0	0	0	0	0
AM-241	NU	-30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-2	-8	-9	-7	-3	-1
AM-241	FISSION	-23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-2	-6	-7	-6	-2	0
AM-241	ELAS.SCT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AM-241	INEL.SCT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AM-241	H2H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AM-241	HU-AVE.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

表B.6(2) H3年度60万kWe炉心の感度係数 — 制御棒価値(第1リング)(2/2)

TABLE		8608 1-ST RING CR WORTH (STRUCTURE, COOLANT & FISSION SPECTRUM) UNIT:1.0E-4																		
MUCL.	REACTION	TOTAL	18G	17G	16G	15G	14G	13G	12G	11G	10G	9G	8G	7G	6G	5G	4G	3G	2G	1G
CARBON	CAPTURE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CARBON	ELAS.SCT	-10	0	0	0	0	-1	0	-2	-4	-6	-7	-5	0	8	6	2	0	-1	0
CARBON	INEL.SCT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CARBON	N2M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CARBON	MU-AVE.	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0
OXYGEN	CAPTURE	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
OXYGEN	ELAS.SCT	-5102	5	4	11	4	18	8	-37	-153	-376	-654	-944	-1160	-1034	-300	-213	-164	-100	-17
OXYGEN	INEL.SCT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
OXYGEN	N2M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
OXYGEN	MU-AVE.	146	0	0	0	0	0	0	1	2	0	-15	-67	133	12	13	32	32	3	3
SODIUM	CAPTURE	-29	3	0	0	-2	-10	-9	-1	0	-2	-2	-3	-1	0	0	0	0	0	-2
SODIUM	ELAS.SCT	-2696	5	5	8	6	4	12	-30	-83	-210	-393	-498	-612	-503	-152	-130	-94	-26	-5
SODIUM	INEL.SCT	-303	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-105	-33	-39	-73	-41	-12
SODIUM	N2M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SODIUM	MU-AVE.	255	0	0	0	0	0	0	0	1	3	6	8	20	34	44	51	65	19	4
CHROMIUM	CAPTURE	72	25	5	4	3	9	3	3	1	3	4	5	3	3	1	0	0	0	0
CHROMIUM	ELAS.SCT	-1125	7	4	4	4	-8	-2	-46	-27	-59	-103	-265	-217	-171	-84	-79	-64	-16	-3
CHROMIUM	INEL.SCT	-36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-2	-13	-16	-4
CHROMIUM	N2M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CHROMIUM	MU-AVE.	194	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	7	18	26	18	32	52	30	10
IRON	CAPTURE	395	121	26	21	14	35	3	5	13	23	18	30	33	31	5	3	4	6	4
IRON	ELAS.SCT	-4056	121	63	62	54	-71	0	-71	-130	-573	-463	-598	-843	-709	-285	-280	-248	-71	-14
IRON	INEL.SCT	-253	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-6	1	0	0	-38	-12	-95	-81	-22
IRON	N2M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
IRON	MU-AVE.	916	-1	0	0	0	0	0	1	10	14	36	98	157	85	130	206	134	46	46
NICKEL	CAPTURE	-98	2	0	0	-2	-6	-4	-6	-40	-23	-13	-10	-5	-1	0	0	3	5	7
NICKEL	ELAS.SCT	-1097	5	3	4	0	-6	-1	-27	-153	-184	-148	-167	-176	-107	-43	-48	-37	-10	-2
NICKEL	INEL.SCT	-28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	-4	-12	-10	-1
NICKEL	N2M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NICKEL	MU-AVE.	117	0	0	0	0	0	0	0	1	1	3	6	13	15	9	18	27	17	7
PU-241FP	CAPTURE	-47	2	0	-3	-7	-9	-2	-5	-6	-6	-5	-3	-2	-1	0	0	0	0	0
PU-241FP	ELAS.SCT	-14	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-2	-3	-3	-3	-1	-1	0	0	0
PU-241FP	INEL.SCT	-2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	-1	0	0
PU-241FP	N2M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PU-241FP	MU-AVE.	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0	0
U-235FP	CAPTURE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
U-235FP	ELAS.SCT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
U-235FP	INEL.SCT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
U-235FP	N2M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
U-235FP	MU-AVE.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
U-238FP	CAPTURE	-41	1	0	-2	-6	-7	-2	-5	-5	-5	-4	-3	-2	-1	0	0	0	0	0
U-238FP	ELAS.SCT	-10	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-2	-2	-2	-2	0	-1	0	0	0
U-238FP	INEL.SCT	-2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	0	0
U-238FP	N2M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
U-238FP	MU-AVE.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
PU-239FP	CAPTURE	-225	7	-1	-13	-33	-39	-13	-25	-26	-27	-22	-17	-10	-5	-1	0	0	0	0
PU-239FP	ELAS.SCT	-77	0	0	0	0	-1	0	-1	-3	-6	-11	-15	-15	-12	-4	-5	-3	-1	0
PU-239FP	INEL.SCT	-21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-2	-5	-2	-3	-6	-3	0
PU-239FP	N2M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PU-239FP	MU-AVE.	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	4	6	3	5	4	1	0
SPEC. PU-239 -1.00		-1	0	0	0	0	0	0	-1	-3	-8	-15	-16	59	310	243	-139	-249	-87	-95
SPEC. PU-239 -0.90		1	0	0	0	0	0	0	-1	-3	-8	-15	-16	59	305	238	-135	-242	-86	-95
SPEC. PU-239 -0.80		1	0	0	0	0	0	0	-1	-3	-8	-15	-16	59	299	233	-132	-236	-84	-95
SPEC. PU-239 -0.70		2	0	0	0	0	0	0	-1	-3	-8	-15	-16	58	294	228	-128	-230	-83	-94
SPEC. PU-239 -0.60		3	0	0	0	0	0	0	-1	-3	-8	-15	-16	58	290	224	-125	-225	-82	-94
SPEC. PU-239 -0.50		2	0	0	0	0	0	0	-1	-3	-8	-15	-16	57	285	220	-122	-220	-81	-94
SPEC. PU-239 -0.40		2	0	0	0	0	0	0	-1	-3	-8	-15	-16	57	280	215	-119	-214	-80	-94
SPEC. PU-239 -0.30		3	0	0	0	0	0	0	-1	-3	-8	-15	-16	57	276	211	-116	-210	-79	-93
SPEC. PU-239 -0.20		4	0	0	0	0	0	0	-1	-3	-8	-15	-16	56	272	208	-113	-205	-78	-93
SPEC. PU-239 -0.10		3	0	0	0	0	0	0	-1	-3	-8	-15	-16	56	268	204	-111	-201	-77	-93
SPEC. PU-239 -0.05		3	0	0	0	0	0	0	-1	-3	-8	-15	-16	56	266	202	-109	-199	-77	-93
SPEC. PU-239 0.05		4	0	0	0	0	0	0	-1	-3	-8	-15	-16	55	262	199	-107	-194	-76	-92
SPEC. PU-239 0.10		4	0	0	0	0	0	0	-1	-3	-8	-15	-16	55	260	197	-106	-192	-75	-92
SPEC. PU-239 0.20		3	0	0	0	0	0	0	-1	-3	-8	-15	-16	55	256	194	-103	-189	-75	-92
SPEC. PU-239 0.30		3	0	0	0	0	0	0	-1	-3	-8	-15	-16	55	253	190	-101	-185	-74	-92
SPEC. PU-239 0.40		3	0	0	0	0	0	0	-1	-3	-8	-15	-16	54	249	187	-99	-181	-73	-91
SPEC. PU-239 0.50		3	0	0	0	0	0	0	-1	-3	-8	-15	-16	54	246	184	-97	-178	-72	-91
SPEC. PU-239 0.60		3	0	0	0	0	0	0	-1	-3	-8	-15	-16	54	242	181	-95	-174	-71	-91
SPEC. PU-239 0.70		4	0	0	0	0	0	0	-1	-3	-8	-15	-16	53	239	179	-93	-171	-70	-90
SPEC. PU-239 0.80		2	0	0	0	0	0	0	-1	-3	-8	-15	-16	53	236	176	-92	-168	-70	-90
SPEC. PU-239 0.90		2	0	0	0	0	0	0	-1	-3	-8	-15	-16	53	233	173	-90	-165	-69	-90
SPEC. PU-239 1.00		2	0	0	0	0	0	0	-1	-3	-8	-15	-16	52	230	171	-88	-162	-68	-90

表B.7(1) H3年度60万kWe炉心の感度係数 — 制御棒価値(第2リング)(1/2)

NUCL.	REACTION	TOTAL	B608		2-ND RING CR WORTH						(HEAVY METAL)						UNIT:1.0E-4			
			18G	17G	16G	15G	14G	13G	12G	11G	10G	9G	8G	7G	6G	5G	4G	3G	2G	1G
U-235	CAPTURE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
U-235	NU	-83	0	0	1	3	2	-1	-3	-4	-8	-12	-16	-16	-13	-6	-5	-4	-1	
U-235	FISSION	-86	0	0	0	1	0	-1	-3	-5	-9	-13	-16	-15	-12	-5	-4	-3	-1	
U-235	ELAS.SCT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
U-235	INEL.SCT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
U-235	N2M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
U-235	MU-AVE.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
U-238	CAPTURE	-354	3	-7	-78	-110	-128	-8	-41	-59	-66	-34	-5	26	46	34	16	6	1	
U-238	NU	-2232	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-5	-76	-805	-808	-378	
U-238	FISSION	-1787	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-5	-65	-652	-636	-302	
U-238	ELAS.SCT	-621	0	0	-1	-11	-30	-5	-26	-48	-80	112	-128	-94	-53	-9	-9	-10	-4	
U-238	INEL.SCT	757	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-47	-44	-15	12	68	309	378	107	
U-238	N2M	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	
U-238	MU-AVE.	171	0	0	0	0	0	0	0	0	2	7	19	28	31	11	20	31	17	
PU-239	CAPTURE	-235	3	-4	-22	-55	-66	-9	-21	-22	-20	-14	-9	0	2	1	1	0	0	
PU-239	NU	-5427	-14	14	60	161	129	-39	-71	-153	-376	-600	-877	-1058	-1044	-537	-496	-379	-156	
PU-239	FISSION	-5618	-9	8	38	93	52	-49	-101	-197	-386	-663	-932	-1066	-1005	-482	-429	-319	-132	
PU-239	ELAS.SCT	-55	0	0	0	-1	-3	0	-2	-5	-8	-11	-12	-9	-4	0	0	0	0	
PU-239	INEL.SCT	32	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	0	-1	-1	0	3	12	15	6	
PU-239	N2M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
PU-239	MU-AVE.	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3	3	1	1	2	1	
PU-240	CAPTURE	-110	2	-3	-8	-23	-27	-3	-10	-12	-13	-10	-6	0	1	1	1	0	0	
PU-240	NU	-888	0	0	0	4	4	0	0	-2	-7	-12	-17	-38	-191	-203	-189	-154	-63	
PU-240	FISSION	-814	0	0	0	2	2	-1	-1	-3	-9	-14	-19	-39	-185	-184	-164	-129	-53	
PU-240	ELAS.SCT	-30	0	0	0	0	-2	0	-1	-3	-5	-6	-7	-4	-2	0	0	0	0	
PU-240	INEL.SCT	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-3	-4	-1	0	2	7	7	3	
PU-240	N2M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
PU-240	MU-AVE.	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	
PU-241	CAPTURE	-36	0	0	-2	-6	-9	-1	-3	-4	-4	-4	-2	-1	0	0	0	0	0	
PU-241	NU	-967	-5	4	24	55	64	-9	-16	-39	-84	-142	-199	-208	-169	-84	-76	-54	-22	
PU-241	FISSION	-1109	-3	2	15	33	31	-15	-31	-58	-107	-164	-218	-215	-166	-77	-66	-46	-18	
PU-241	ELAS.SCT	-5	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	-2	-1	0	0	0	0	0	
PU-241	INEL.SCT	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3	1	
PU-241	N2M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
PU-241	MU-AVE.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
PU-242	CAPTURE	-23	0	0	-1	-4	-6	-1	-2	-3	-3	-2	-1	0	0	0	0	0	0	
PU-242	NU	-181	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-5	-32	-50	-43	-33	-13	
PU-242	FISSION	-162	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-5	-31	-45	-37	-28	-11	
PU-242	ELAS.SCT	-5	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	-2	-1	0	0	0	0	0	0	
PU-242	INEL.SCT	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	1	
PU-242	N2M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
PU-242	MU-AVE.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
AM-241	CAPTURE	-2	0	0	0	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
AM-241	NU	-10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-3	-3	-2	-1	
AM-241	FISSION	-10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-3	-3	-2	-1	
AM-241	ELAS.SCT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
AM-241	INEL.SCT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
AM-241	N2M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
AM-241	MU-AVE.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	



表B.7(2) H3年度60万kWe炉心の感度係数 - 制御棒価値(第2リング)(2/2)

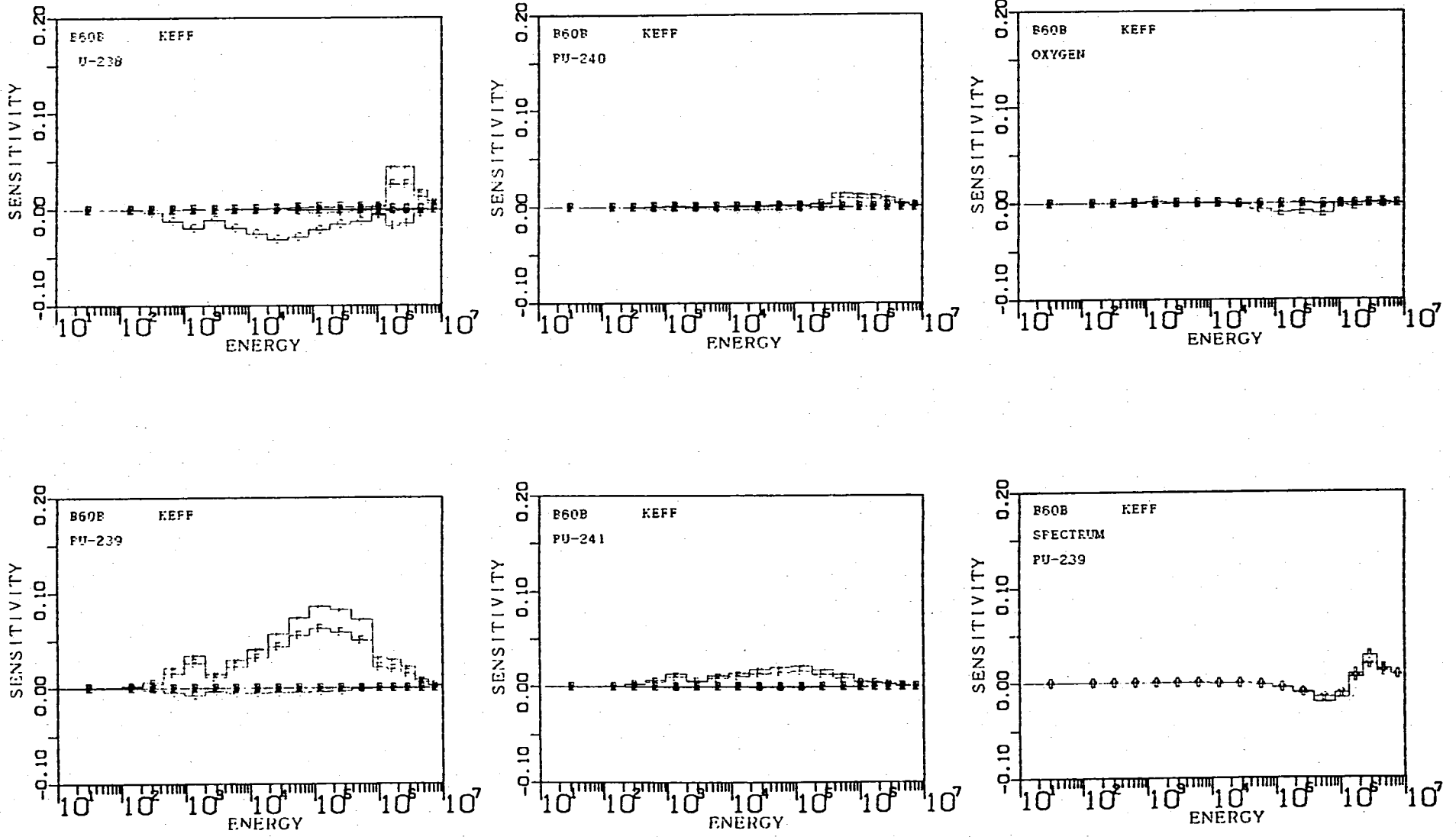
TABLE		B60B		2-ND RING CR WORTH							(STRUCTURE, COOLANT & FISSION SPECTRUM)										UNIT:1.0E-4	
NUCL.	REACTION	TOTAL	16G	17G	16G	15G	14G	13G	12G	11G	10G	9G	8G	7G	6G	5G	4G	3G	2G	1G		
CARBON	CAPTURE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
CARBON	ELAS.SCT	175	0	0	0	-1	-4	-1	-1	2	10	27	36	42	34	17	11	4	-1	0		
CARBON	INEL.SCT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
CARBON	N2N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
CARBON	MU-AVE.	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0		
OXYGEN	CAPTURE	26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19	7		
OXYGEN	ELAS.SCT	-996	0	0	0	-12	-25	-3	-52	-117	-196	-260	-295	-228	9	97	104	-5	-14	1		
OXYGEN	INEL.SCT	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4		
OXYGEN	N2N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
OXYGEN	MU-AVE.	25	0	0	0	0	0	0	0	1	0	-4	-18	37	2	2	5	5	0	0		
SODIUM	CAPTURE	-13	0	0	0	-1	-6	-4	0	0	-1	0	-1	0	0	0	0	0	0	0		
SODIUM	ELAS.SCT	-793	0	0	0	-4	-14	-29	-55	-60	-98	-154	-167	-140	-76	9	3	-5	-3	0		
SODIUM	INEL.SCT	142	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	32	30	40	28	9		
SODIUM	N2N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
SODIUM	MU-AVE.	49	0	0	0	0	0	0	0	1	2	2	5	8	7	9	12	3	0	0		
CHROMIUM	CAPTURE	-4	2	0	0	0	-6	0	-1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0		
CHROMIUM	ELAS.SCT	-247	0	0	0	-1	-6	-3	-39	-19	-17	-26	-62	-35	-23	-5	-3	-6	-2	0		
CHROMIUM	INEL.SCT	91	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	29	37	16	7		
CHROMIUM	N2N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
CHROMIUM	MU-AVE.	27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	4	2	4	8	4	1	0		
IRON	CAPTURE	29	12	2	1	0	-20	0	-1	0	-1	0	3	5	7	2	2	4	7	6		
IRON	ELAS.SCT	-846	12	6	3	-12	-38	-4	-49	-63	-147	-126	-144	-131	-82	-16	-20	-25	-9	-1		
IRON	INEL.SCT	425	0	0	0	0	0	0	0	0	-12	-3	0	0	1	58	159	122	74	26		
IRON	N2N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
IRON	MU-AVE.	132	0	0	0	0	0	0	0	2	2	7	15	23	10	18	29	19	7	0		
NICKEL	CAPTURE	45	0	0	0	-1	-2	0	-1	-8	-4	-1	0	1	2	2	5	20	23	9		
NICKEL	ELAS.SCT	-424	0	0	0	-9	-20	-4	-30	-93	-88	-56	-54	-45	-21	0	0	-3	-1	0		
NICKEL	INEL.SCT	110	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	34	52	19	5	0		
NICKEL	N2N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
NICKEL	MU-AVE.	24	0	0	0	0	0	0	0	1	2	4	4	4	1	3	5	3	1	0		
PU-241FP	CAPTURE	-2	0	0	0	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
PU-241FP	ELAS.SCT	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0		
PU-241FP	INEL.SCT	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	1	0		
PU-241FP	N2N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
PU-241FP	MU-AVE.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
U-235FP	CAPTURE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
U-235FP	ELAS.SCT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
U-235FP	INEL.SCT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
U-235FP	N2N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
U-235FP	MU-AVE.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
U-238FP	CAPTURE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
U-238FP	ELAS.SCT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
U-238FP	INEL.SCT	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0		
U-238FP	N2N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
U-238FP	MU-AVE.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
PU-239FP	CAPTURE	-12	0	0	-2	-6	-5	0	0	-1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0		
PU-239FP	ELAS.SCT	-20	0	0	0	0	-1	0	-1	-1	-3	-4	-4	-4	-2	0	0	0	0	0		
PU-239FP	INEL.SCT	22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	6	9	4	1		
PU-239FP	N2N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
PU-239FP	MU-AVE.	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0		
SPEC. PU-239	-1.00	-64	0	0	0	0	0	0	0	1	7	26	87	253	550	418	-200	-661	-368	-177		
SPEC. PU-239	-0.90	-56	0	0	0	0	0	0	0	1	7	26	87	251	540	410	-194	-644	-363	-177		
SPEC. PU-239	-0.80	-49	0	0	0	0	0	0	0	1	7	26	86	250	531	401	-189	-628	-358	-176		
SPEC. PU-239	-0.70	-42	0	0	0	0	0	0	0	1	7	26	86	248	522	393	-184	-612	-353	-176		
SPEC. PU-239	-0.60	-34	0	0	0	0	0	0	0	1	7	26	86	247	514	386	-179	-598	-349	-175		
SPEC. PU-239	-0.50	-28	0	0	0	0	0	0	0	1	7	26	86	245	506	378	-175	-584	-344	-174		
SPEC. PU-239	-0.40	-21	0	0	0	0	0	0	0	1	7	26	86	244	498	371	-170	-570	-340	-174		
SPEC. PU-239	-0.30	-17	0	0	0	0	0	0	0	1	7	26	85	242	490	364	-166	-557	-336	-173		
SPEC. PU-239	-0.20	-12	0	0	0	0	0	0	0	1	7	26	85	241	482	358	-162	-545	-332	-173		
SPEC. PU-239	-0.10	-9	0	0	0	0	0	0	0	1	7	26	85	239	475	351	-159	-534	-328	-172		
SPEC. PU-239	-0.05	-7	0	0	0	0	0	0	0	1	7	26	85	238	471	348	-157	-528	-326	-172		
SPEC. PU-239	0.05	-1	0	0	0	0	0	0	0	1	7	26	85	237	464	342	-153	-517	-322	-171		
SPEC. PU-239	0.10	0	0	0	0	0	0	0	0	1	7	26	85	236	461	339	-152	-512	-320	-171		
SPEC. PU-239	0.20	5	0	0	0	0	0	0	0	1	7	26	84	235	454	334	-148	-501	-316	-171		
SPEC. PU-239	0.30	8	0	0	0	0	0	0	0	1	7	26	84	233	448	328	-145	-491	-313	-170		
SPEC. PU-239	0.40	12	0	0	0	0	0	0	0	1	7	26	84	232	442	323	-142	-482	-309	-170		
SPEC. PU-239	0.50	16	0	0	0	0	0	0	0	1	7	26	84	231	436	318	-139	-473	-306	-169		
SPEC. PU-239	0.60	18	0	0	0	0	0	0	0	1	7	26	84	229	430	313	-137	-464	-302	-169		
SPEC. PU-239	0.70	20	0	0	0	0	0	0	0	1	7	26	83	228	424	308	-134	-456	-299	-168		
SPEC. PU-239	0.80	23	0	0	0	0	0	0	0	1	7	26	83	227	418	303	-131	-447	-296	-168		
SPEC. PU-239	0.90	25	0	0	0	0	0	0	0	1	7	26	83	225	413	298	-129	-439	-293	-167		
SPEC. PU-239	1.00	27	0	0	0	0	0	0	0	1	7	26	83	224	407	294	-127	-432	-289	-167		

表B.8(1) H3年度60万kWe炉心の感度係数 - Naボイド反応度(1/2)

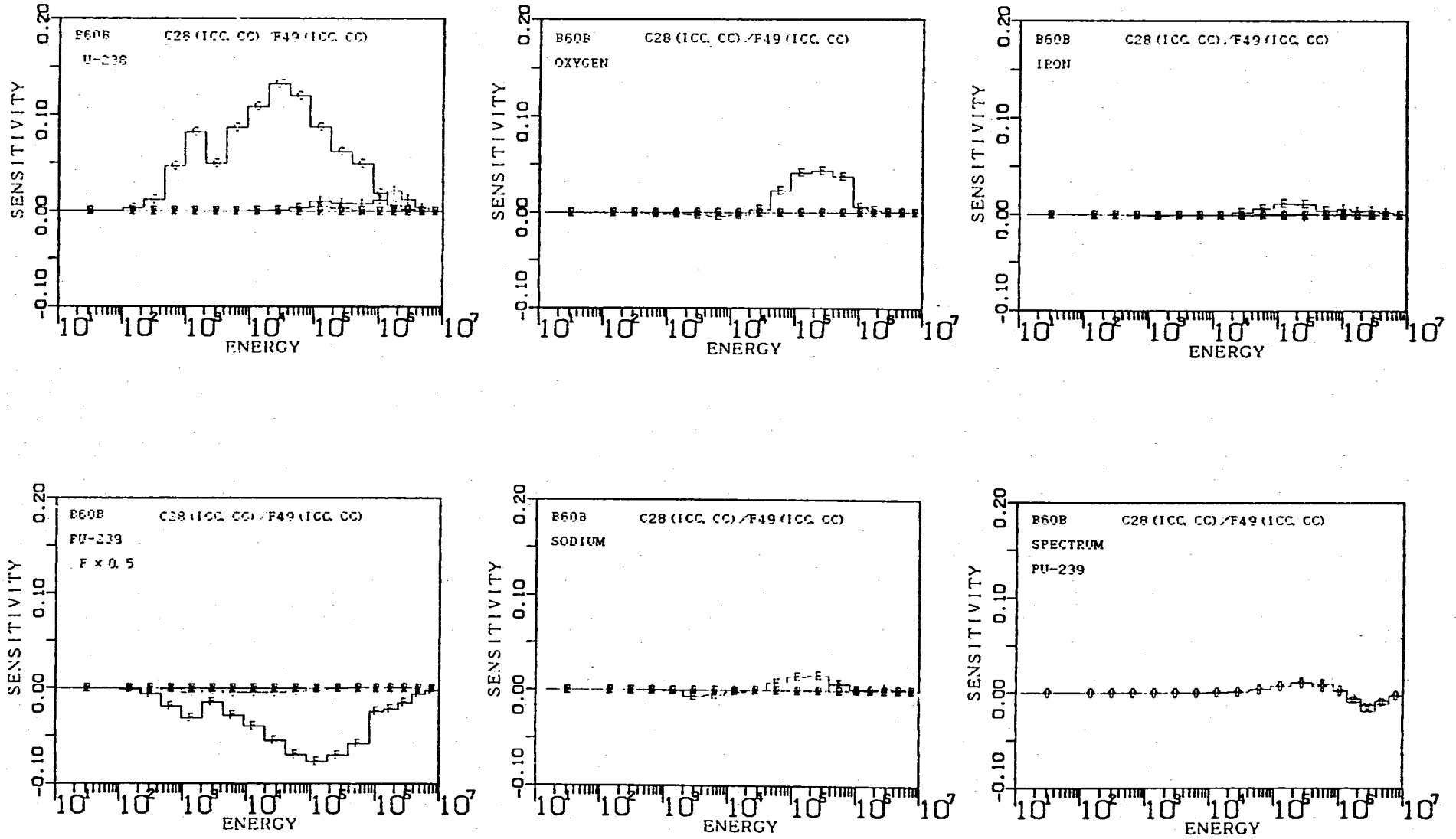
NUCL.	REACTION	TABLE																	UNIT:1.0E-4
		TOTAL	B60B			NA VOID				(HEAVY METAL)									
		18G	17G	16G	15G	14G	13G	12G	11G	10G	9G	8G	7G	6G	5G	4G	3G	2G	1G
U-235	CAPTURE	39	0	1	5	15	27	-9	2	4	3	-1	0	-1	-2	0	0	0	0
U-235	NU	-239	0	-8	-36	-113	-199	80	-21	-39	-32	17	1	20	46	7	1	5	2
U-235	FISSION	-174	0	-5	-23	-76	-118	57	-14	-27	-22	11	0	11	26	3	0	2	1
U-235	ELAS.SCT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
U-235	INEL.SCT	-2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	-1	0
U-235	N2M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
U-235	MU-AVE.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
U-238	CAPTURE	5880	25	176	624	2386	3420	-1532	649	1087	890	-368	-98	-359	-824	-146	-24	-22	-4
U-238	NU	2071	0	0	0	-3	-2	0	0	0	0	0	0	0	31	77	210	1013	523
U-238	FISSION	762	0	0	0	-2	-1	0	0	0	0	0	0	0	18	33	-37	415	247
U-238	ELAS.SCT	997	0	-4	-6	-33	-110	49	4	-27	-34	138	104	207	468	79	58	71	27
U-238	INEL.SCT	-2206	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-128	-114	-107	-329	-293	-406	-575	-197
U-238	N2M	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
U-238	MU-AVE.	-895	0	0	0	0	0	0	0	0	1	-13	-22	-77	-284	-73	-94	-195	-105
PU-239	CAPTURE	2796	22	98	422	1019	1368	-528	172	235	161	-38	1	-53	-71	-9	-1	-2	0
PU-239	NU	-8802	-105	-428	-1526	-4591	-6353	2918	-1002	-1883	-1875	536	-409	1038	3626	512	24	447	207
PU-239	FISSION	-7540	-64	-296	-1095	-3337	-4758	2203	-748	-1413	-1403	356	-400	587	2289	257	-73	216	111
PU-239	ELAS.SCT	83	0	0	0	-3	-9	4	0	-2	-3	12	8	17	40	6	5	6	2
PU-239	INEL.SCT	-93	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-2	-4	-26	-9	-10	-27	-12
PU-239	N2M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PU-239	MU-AVE.	-77	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	-7	-28	-6	-7	-16	-9
PU-240	CAPTURE	1190	16	64	165	408	546	-207	78	126	107	-21	2	-27	-53	-6	-1	-2	0
PU-240	NU	1144	0	-3	-13	-132	-194	135	-8	-39	-46	6	-9	37	921	193	5	180	84
PU-240	FISSION	583	0	-2	-9	-94	-143	101	-5	-29	-34	3	-9	20	586	93	-32	83	43
PU-240	ELAS.SCT	41	0	0	0	-1	-7	2	0	-1	-2	6	4	9	20	3	3	4	1
PU-240	INEL.SCT	-78	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-6	-6	-6	-29	-8	-3	-12	-6
PU-240	N2M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PU-240	MU-AVE.	-33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-3	-12	-2	-3	-8	-4
PU-241	CAPTURE	312	2	9	48	114	170	-64	23	37	31	-6	1	-13	-33	-5	-1	-1	0
PU-241	NU	-4178	-25	-120	-569	-1384	-2455	1093	-389	-679	-608	105	-127	200	597	81	0	64	29
PU-241	FISSION	-3289	-15	-83	-411	-1012	-1848	829	-292	-513	-458	67	-119	111	380	40	-15	31	15
PU-241	ELAS.SCT	15	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	2	1	3	7	1	1	1	0
PU-241	INEL.SCT	-17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-4	-2	-2	-6	-2
PU-241	N2M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PU-241	MU-AVE.	-13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-5	-1	-1	-3	-2
PU-242	CAPTURE	246	2	8	28	82	127	-54	19	32	26	-4	0	-5	-14	-1	0	0	0
PU-242	NU	269	0	0	0	-9	-3	1	0	-1	-1	0	0	5	167	47	0	39	18
PU-242	FISSION	145	0	0	0	-6	-2	1	0	0	-1	0	0	2	107	23	-8	18	9
PU-242	ELAS.SCT	13	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	2	1	2	6	1	1	1	0
PU-242	INEL.SCT	-13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-5	-2
PU-242	N2M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PU-242	MU-AVE.	-7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-3	0	-1	-2	-1
AM-241	CAPTURE	45	0	1	5	16	24	-10	3	6	5	-1	0	-1	-3	0	0	0	0
AM-241	NU	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	3	0	3	1
AM-241	FISSION	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	1	0	1	1
AM-241	ELAS.SCT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AM-241	INEL.SCT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AM-241	N2M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AM-241	MU-AVE.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

表B.8(2) H3年度60万kWe炉心の感度係数 - Naボイド反応度(2/2)

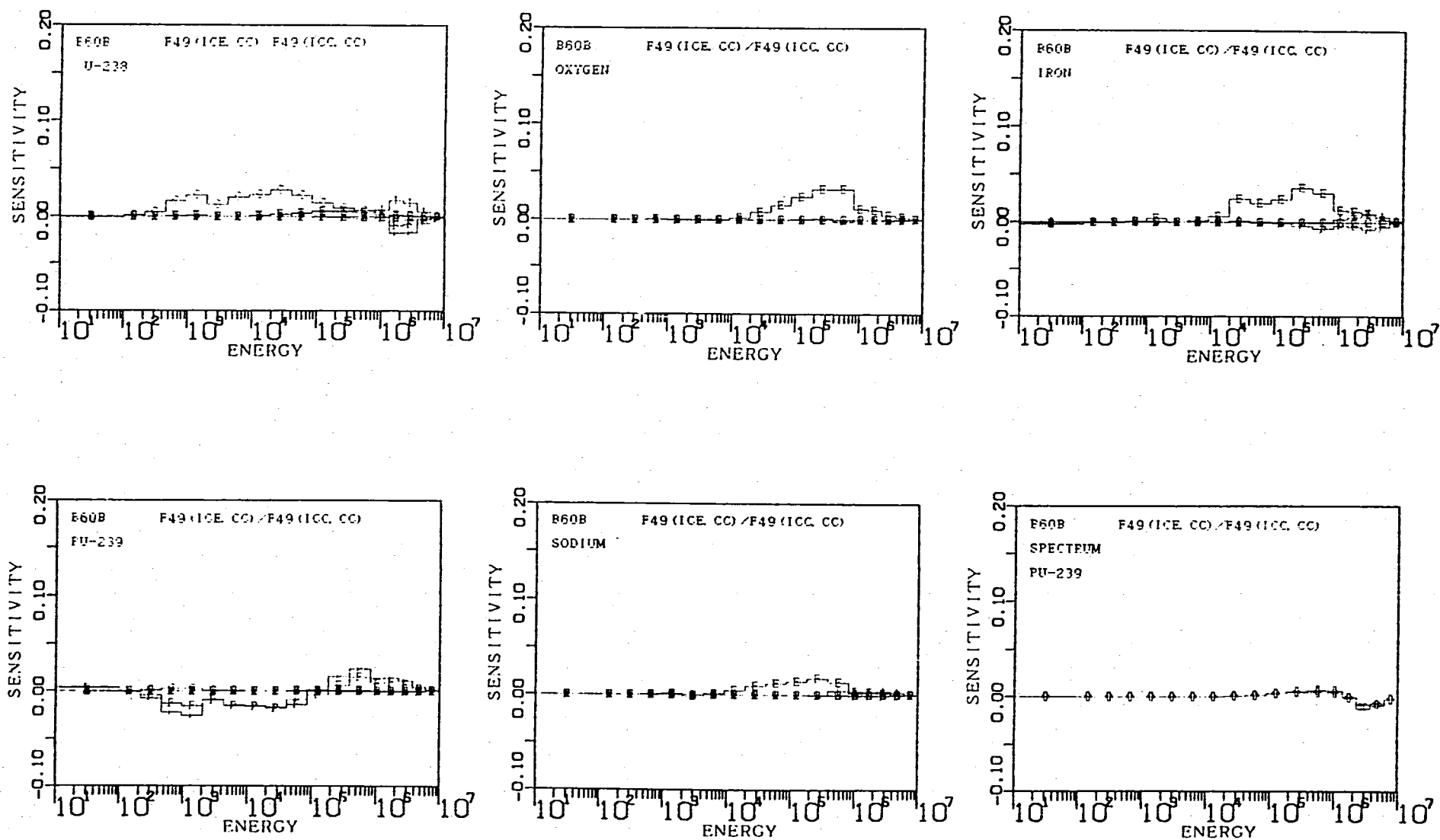
TABLE		(STRUCTURE, COOLANT & FISSION SPECTRUM)																UNIT: 1.0E-4	
NUCL.	REACTION	B60B								NA VOID								TOTAL	
		TOTAL	18G	17G	16G	15G	14G	13G	12G	11G	10G	9G	8G	7G	6G	5G	4G	3G	2G
CARBON	CAPTURE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CARBON	ELAS.SCT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CARBON	INEL.SCT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CARBON	N2N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CARBON	MU-AVE.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
OXYGEN	CAPTURE	-103	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
OXYGEN	ELAS.SCT	-377	0	0	-23	-59	-364	-17	73	-19	-67	-169	-284	-159	127	218	144	124	87
OXYGEN	INEL.SCT	-13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
OXYGEN	N2N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
OXYGEN	MU-AVE.	-276	0	0	0	0	1	-1	0	0	0	0	0	5	49	-234	-13	-11	-34
SODIUM	CAPTURE	644	0	1	5	21	92	200	20	1	42	48	59	36	14	4	3	2	71
SODIUM	ELAS.SCT	2142	3	-3	-12	-35	-225	-424	-320	-128	68	576	984	912	275	211	280	29	-60
SODIUM	INEL.SCT	3775	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	799	498	722	970	526
SODIUM	N2N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SODIUM	MU-AVE.	523	0	0	0	0	1	0	1	2	4	9	14	32	58	82	116	149	44
CHROMIUM	CAPTURE	152	1	1	4	13	151	-37	74	6	14	-1	-1	-5	-13	-2	0	-1	0
CHROMIUM	ELAS.SCT	355	0	0	-1	-8	-36	20	24	-6	-7	22	33	36	157	43	32	35	10
CHROMIUM	INEL.SCT	-141	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CHROMIUM	N2N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-6	-5	-26	-57	-25
CHROMIUM	MU-AVE.	-123	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-7	-29	-10	-14	-35	-20
IRON	CAPTURE	694	5	5	13	28	731	-13	34	36	57	-13	-4	-32	-82	-8	-3	-13	-24
IRON	ELAS.SCT	723	3	-4	-19	-71	-221	13	10	-30	-73	39	-11	151	536	130	100	126	39
IRON	INEL.SCT	-680	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
IRON	N2N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
IRON	MU-AVE.	-521	0	0	0	0	1	0	0	0	1	-3	-6	-35	-156	-41	-49	-122	-79
NICKEL	CAPTURE	-27	0	1	6	18	41	-23	10	122	49	-15	-2	-16	-34	-8	-7	-59	-75
NICKEL	ELAS.SCT	204	0	-2	-7	-27	-103	20	28	-50	-31	31	3	59	167	41	33	32	9
NICKEL	INEL.SCT	-152	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NICKEL	N2N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	-27	-77	-28
NICKEL	MU-AVE.	-116	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PU-241FP	CAPTURE	109	1	4	18	42	50	-22	7	11	8	-2	0	-3	-5	0	0	0	0
PU-241FP	ELAS.SCT	5	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PU-241FP	INEL.SCT	-10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4	1	0	0	0
PU-241FP	N2N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-3	-1	-1	-3	-1
PU-241FP	MU-AVE.	-4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
U-235FP	CAPTURE	4	0	0	1	2	2	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
U-235FP	ELAS.SCT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
U-235FP	INEL.SCT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
U-235FP	N2N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
U-235FP	MU-AVE.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
U-238FP	CAPTURE	66	0	2	12	26	32	-14	4	6	4	-1	0	-2	-3	0	0	0	0
U-238FP	ELAS.SCT	2	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
U-238FP	INEL.SCT	-5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
U-238FP	N2N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
U-238FP	MU-AVE.	-2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PU-239FP	CAPTURE	408	3	17	71	159	189	-86	26	43	31	-10	-1	-12	-19	-2	0	-1	0
PU-239FP	ELAS.SCT	32	0	0	0	-1	-5	1	0	0	0	2	1	5	18	4	3	3	1
PU-239FP	INEL.SCT	-47	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-13	-4	-4	-14	-7
PU-239FP	N2N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PU-239FP	MU-AVE.	-24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SPEC. PU-239	-1.00	-22	0	0	0	0	0	-1	-3	-10	-20	-43	-94	145	55	-179	-112	75	165
SPEC. PU-239	-0.90	-19	0	0	0	0	0	-1	-3	-10	-20	-43	-94	142	54	-174	-109	74	165
SPEC. PU-239	-0.80	-16	0	0	0	0	0	-1	-3	-10	-20	-43	-93	140	53	-169	-107	73	164
SPEC. PU-239	-0.70	-12	0	0	0	0	0	-1	-3	-10	-19	-43	-92	137	51	-164	-104	72	164
SPEC. PU-239	-0.60	-11	0	0	0	0	0	-1	-3	-10	-19	-43	-92	135	50	-160	-102	71	163
SPEC. PU-239	-0.50	-7	0	0	0	0	0	-1	-3	-10	-19	-43	-91	133	49	-156	-99	70	163
SPEC. PU-239	-0.40	-5	0	0	0	0	0	-1	-3	-10	-19	-43	-91	131	49	-152	-97	69	162
SPEC. PU-239	-0.30	-2	0	0	0	0	0	-1	-3	-10	-19	-43	-90	129	48	-149	-95	69	162
SPEC. PU-239	-0.20	0	0	0	0	0	0	-1	-3	-10	-19	-42	-90	127	47	-145	-93	68	161
SPEC. PU-239	-0.10	2	0	0	0	0	0	-1	-3	-10	-19	-42	-89	125	46	-142	-91	67	161
SPEC. PU-239	-0.05	2	0	0	0	0	0	-1	-3	-10	-19	-42	-89	124	46	-140	-90	66	160
SPEC. PU-239	0.05	5	0	0	0	0	0	-1	-3	-10	-19	-42	-88	122	45	-137	-88	66	160
SPEC. PU-239	0.10	4	0	0	0	0	0	-1	-3	-10	-19	-42	-88	121	44	-136	-87	65	160
SPEC. PU-239	0.20	7	0	0	0	0	0	-1	-3	-10	-19	-42	-87	119	44	-133	-85	65	159
SPEC. PU-239	0.30	9	0	0	0	0	0	-1	-3	-10	-19	-42	-87	118	43	-130	-83	64	159
SPEC. PU-239	0.40	9	0	0	0	0	0	-1	-3	-10	-19	-42	-86	116	42	-127	-82	63	158
SPEC. PU-239	0.50	9	0	0	0	0	0	-1	-3	-10	-19	-42	-86	114	41	-125	-80	62	158
SPEC. PU-239	0.60	12	0	0	0	0	0	-1	-3	-10	-19	-42	-85	113	41	-122	-79	62	157
SPEC. PU-239	0.70	12	0	0	0	0	0	-1	-3	-10	-19	-42	-85	111	40	-120	-77	61	157
SPEC. PU-239	0.80	14	0	0	0	0	0	-1	-3	-10	-19	-42	-84	110	40	-117	-76	60	156
SPEC. PU-239	0.90	13	0	0	0	0	0	-1	-3	-10	-19	-41	-84	108	39	-115	-75	60	156
SPEC. PU-239	1.00	16	0	0	0	0	0	-1	-3	-10	-19	-41	-83	107	38	-113	-73	59	155



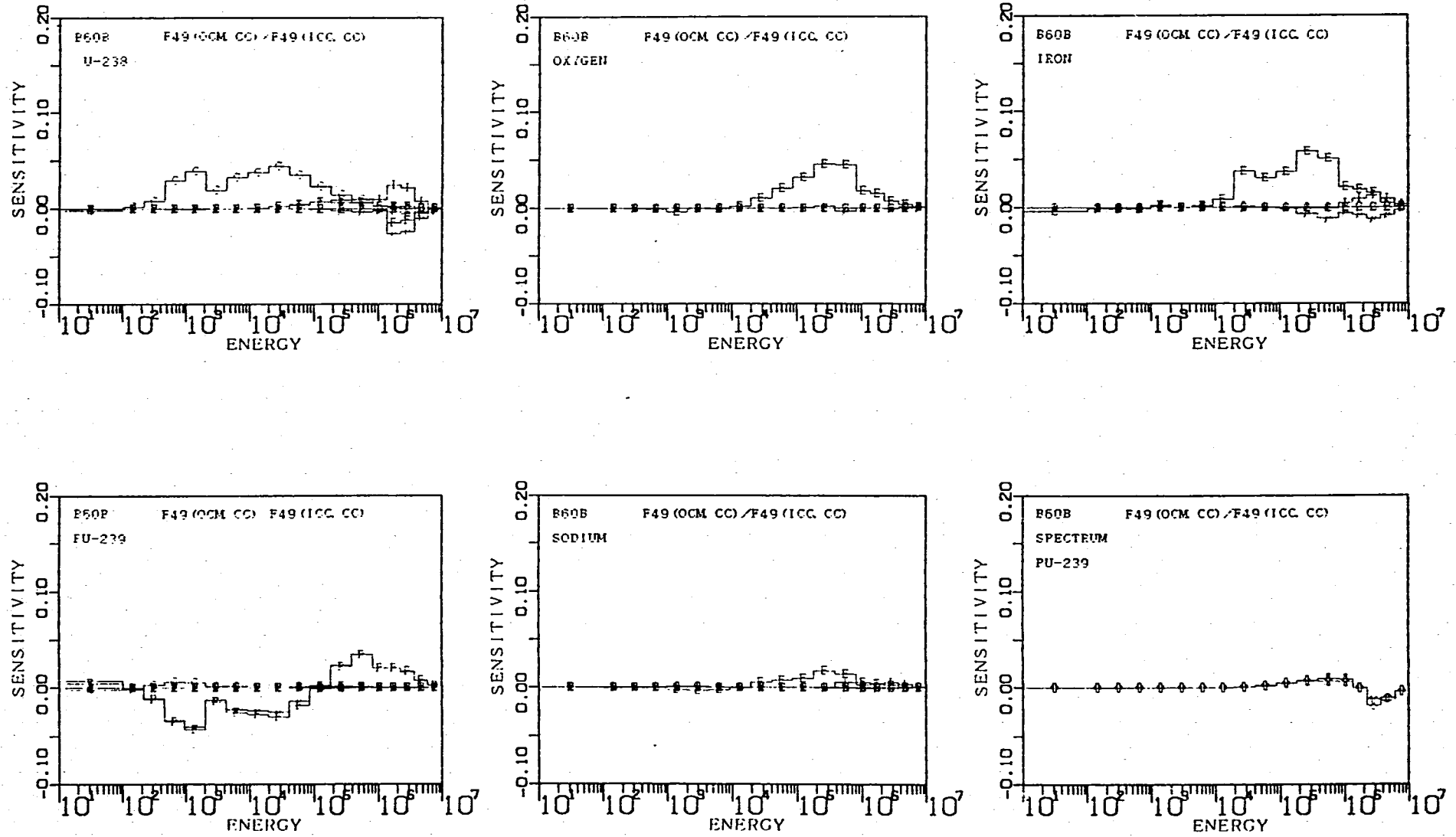
図B.1 H3年度60万kWe炉心の感度係数 - 実効増倍率



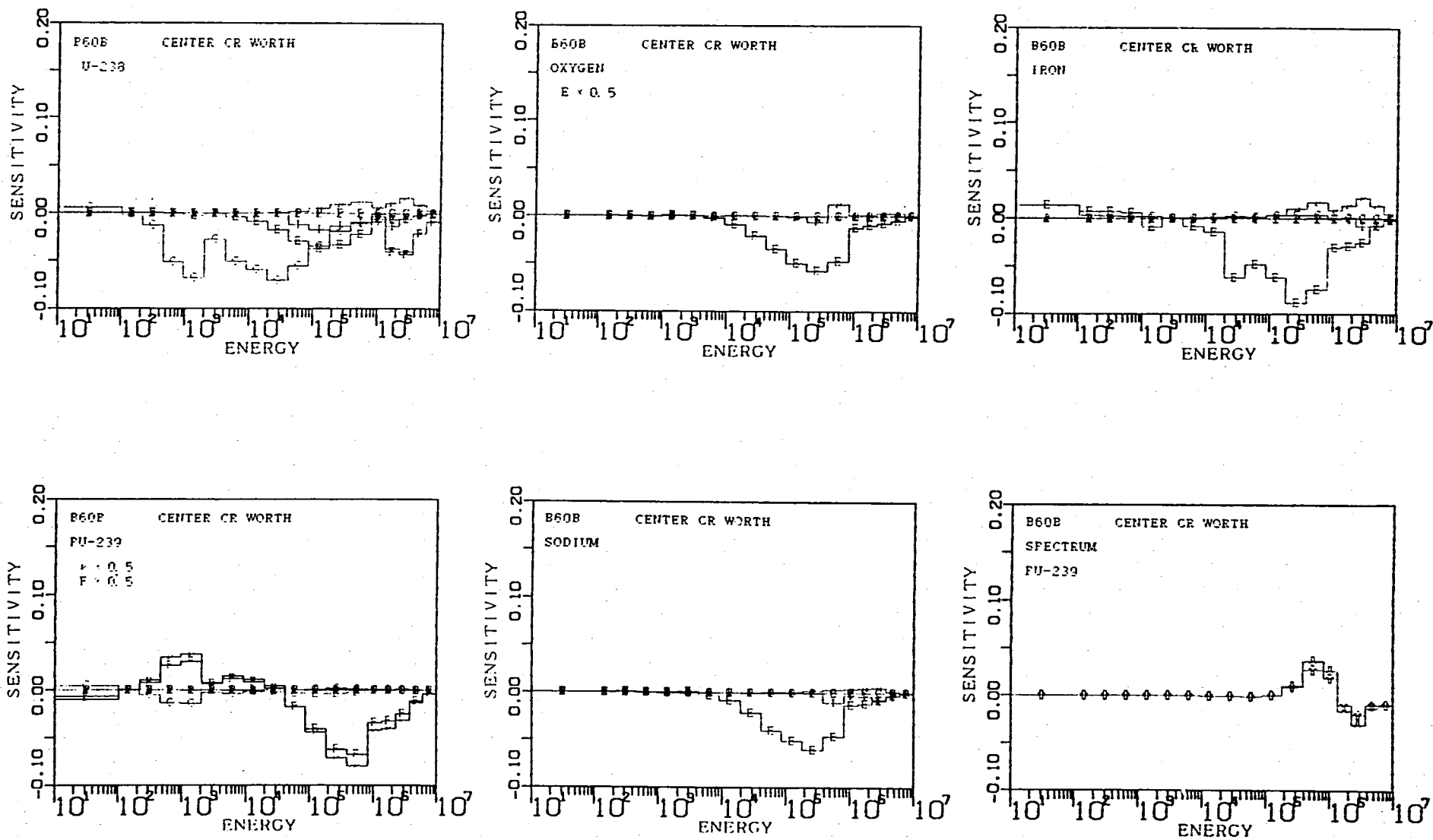
図B.2 H3年度60万kWe炉心の感度係数 - 増殖比(C28/F49反応率比)



図B.3 H3年度60万kWe炉心の感度係数 - 出力分布(F49反応率分布):内側炉心外端

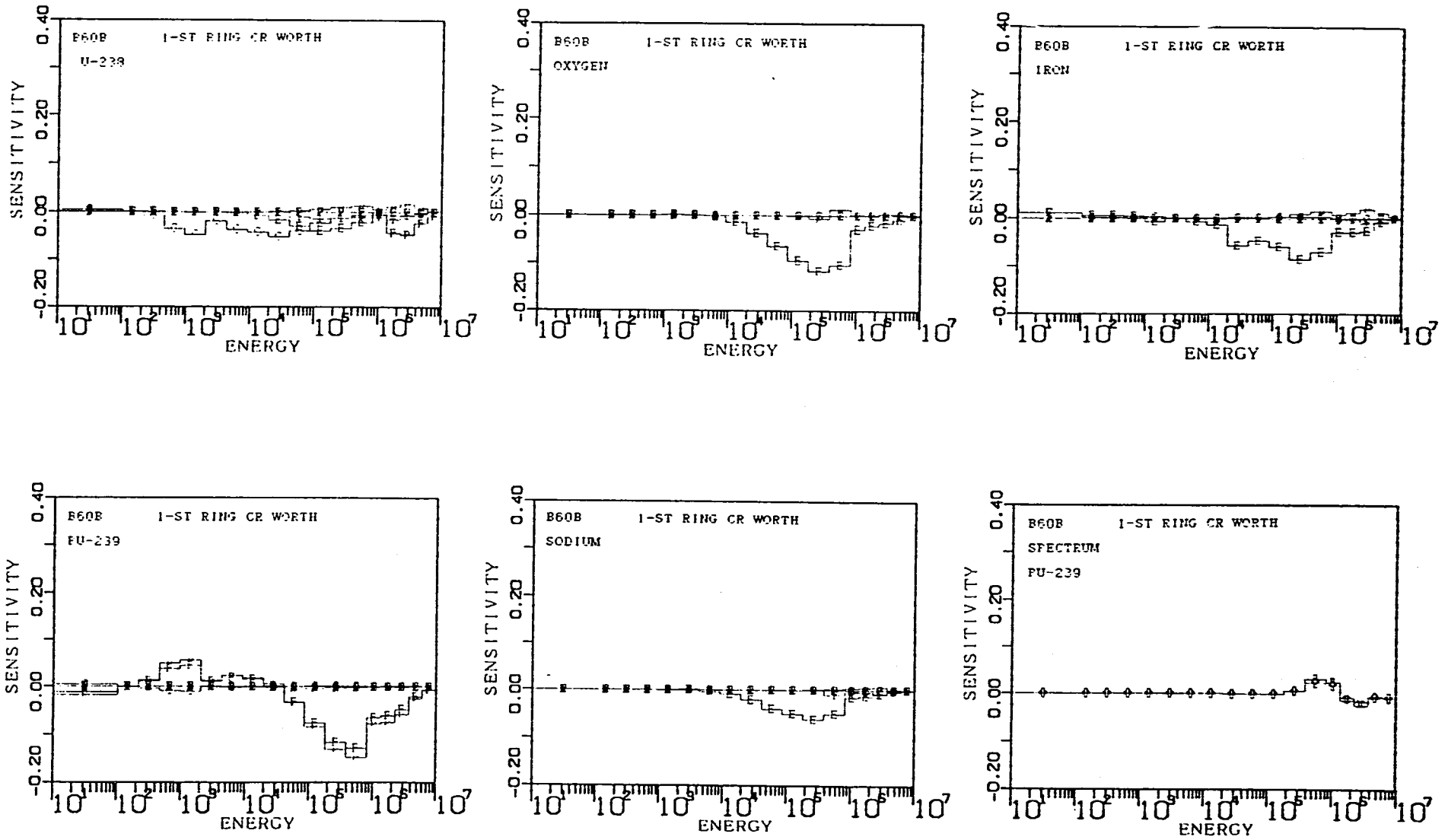


図B.4 H3年度60万kWe炉心の感度係数 - 出力分布(F49反応率分布):外側炉心中央

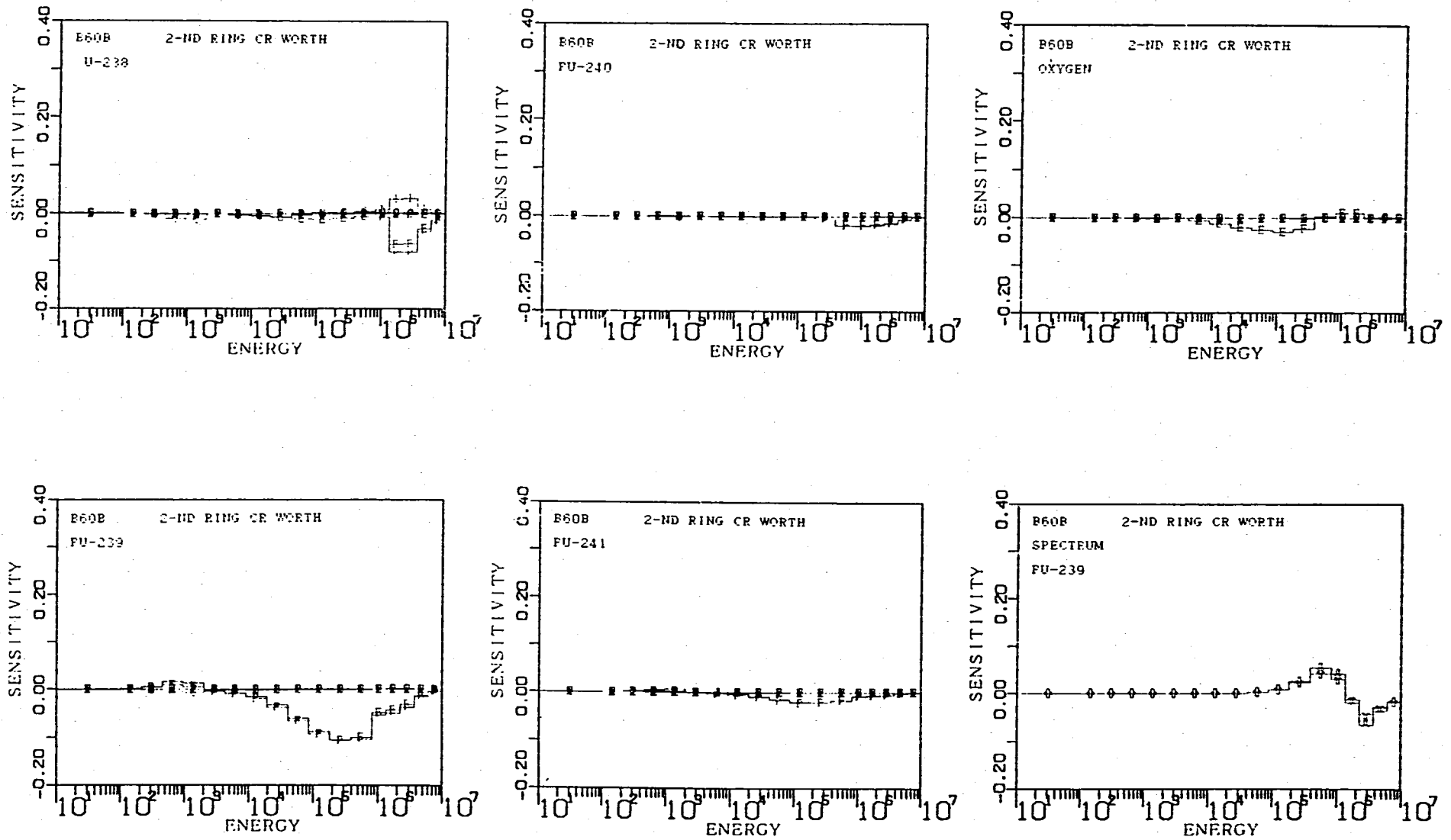


図B.5 H3年度60万kWe炉心の感度係数 - 制御棒価値(炉中心)

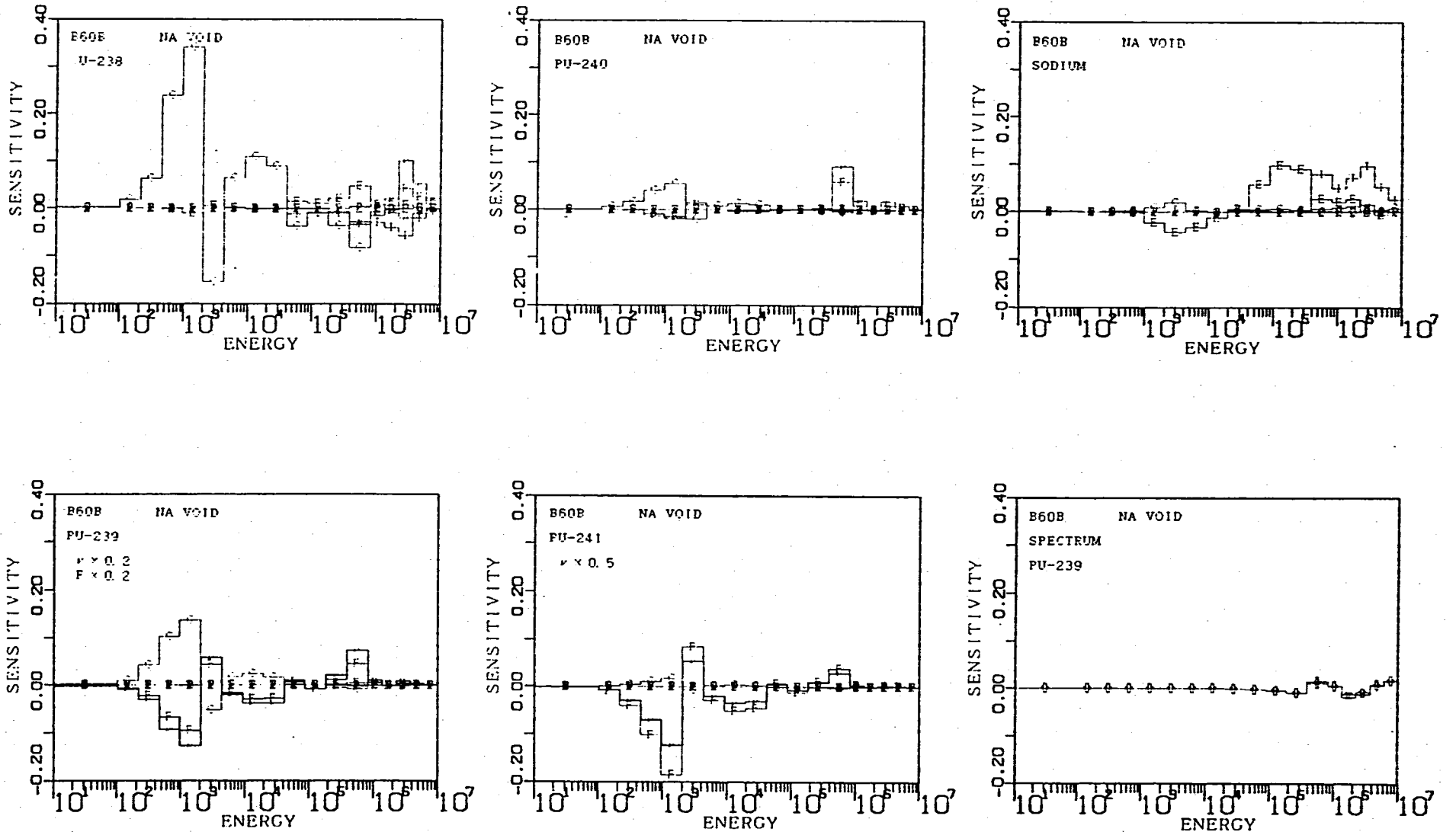




図B.6 H3年度60万kW炉心の感度係数 - 制御棒価値(第1リング)



図B.7 H3年度60万kWe炉心の感度係数 - 制御棒価値(第2リング)



図B.8 H3年度60万kW炉心の感度係数 - Naボイド反応度