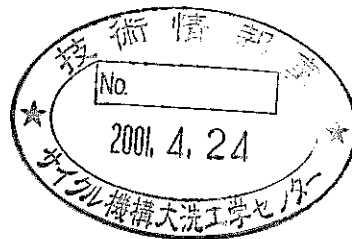


核設計基本データベースの整備 (XIII)

— ZPPR-9 微量サンプル反応度実験の解析 —

(研究報告)

2000年9月



核燃料サイクル開発機構
大洗工学センター

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

〒319-1184 茨城県那珂郡東海村村松4番地49

核燃料サイクル開発機構

技術展開部 技術協力課

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

© 核燃料サイクル開発機構 (Japan Nuclear Cycle Development Institute)
2000

核設計基本データベースの整備 (XⅢ)
—ZPPR-9 微少サンプル反応度実験の解析—
(研究報告)

佐藤 若英^{*2)}、福島 学^{*2)}、石川 眞^{*1)}

要 旨

大洗工学センターでは、将来の実用炉など大型 FBR 炉心に対する核特性解析技術を高度化し、その核設計精度を向上させることを目的として、これまでに蓄積された豊富な FBR 炉物理研究の成果を集大成するための作業を進めている。本報告書は、この核設計基本データベースをさらに拡張し汎用化するために、これまで最新手法による実験解析が行われていなかった ZPPR-9 炉心の微少サンプル反応度実験の解析・評価を行い、データベースの一部として整備したものである。

JUPITER シリーズにおける ZPPR-9 炉心の微少サンプル反応度実験 (PU-30、U-6、DU-6、SS-1、B-1 サンプルの 5 種類) を、最新の核データライブラリ JENDL-3.2 と、JUPITER 臨界実験解析で確立された最新解析手法を用いて評価した結果、以下の結論が得られた。

各領域における補正後平均 C/E 値について、内側炉心部では、1.0 からのずれはおおむね±5%程度 (SS-1 サンプルを除く) におさまることが判明した。また、いずれのサンプルでも外側炉心に行くにつれて C/E 値が大きくなる径方向依存性が見られるが、特に B-1 サンプルでは径方向依存性が約 10%とかなり大きい。

引き続き、従来の JUPITER 臨界実験解析に基づく統合炉定数 ADJ98 を基準とし、今回評価した微少サンプル反応度の解析結果を加えて、炉定数調整に対する影響を検討した。その結果、今回のサンプル反応度の解析は、全体的に、従来の JUPITER データと炉物理的な整合性を有しており、核設計基本データベースの一部として使用できるものと判断した。

本報告書の内容には、原子力システム(株)が核燃料サイクル開発機構 (機構担当部課室：システム技術開発部、炉心技術開発グループ) との契約により実施した業務成果に関するものを含み、核燃料サイクル開発機構が取りまとめたものである。

*1) 大洗工学センター システム技術開発部 炉心技術開発グループ

*2) 原子力システム株式会社

Development of a Standard Data Base
for FBR Core Nuclear Design (XIII)
- Analysis of Small Sample Reactivity Experiments at ZPPR-9 -

Wakaei Sato^{*2)}, Manabu Fukushima^{*2)},
Makoto Ishikawa^{*1)},

Abstract

A comprehensive study to evaluate and accumulate the abundant results of fast reactor physics is now in progress at O-arai Engineering Center to improve analytical methods and prediction accuracy of nuclear design for large fast breeder cores such as future commercial FBRs. The present report summarizes the analytical results of sample reactivity experiments at ZPPR-9 core, which has not been evaluated by the latest analytical method yet. The intention of the work is to extend and further generalize the standard data base for FBR core nuclear design.

The analytical results of the sample reactivity experiments (samples: PU-30, U-6, DU-6, SS-1 and B-1) at ZPPR-9 core in JUPITER series, with the latest nuclear data library JENDL-3.2 and the analytical method which was established by the JUPITER analysis, can be concluded as follows:

The region-averaged final C/E values generally agreed with unity within 5% differences at the inner core region. However, the C/E values of every sample showed the radial space-dependency increasing from center to core edge, especially the discrepancy of B-1 was the largest by 10%.

Next, the influence of the present analytical results for the ZPPR-9 sample reactivity to the cross-section adjustment was evaluated. The reference case was a unified cross-section set ADJ98 based on the recent JUPITER analysis. As a conclusion, the present analytical results have sufficient physical consistency with other JUPITER data, and possess qualification as a part of the standard data base for FBR nuclear design.

*1) Reactor Physics Research Group, System Engineering Technology Division, O-arai Engineering Center, JNC

*2) Nuclear Engineering System Incorporation

目次

| | |
|---------------------------------|----|
| 要旨 | i |
| Abstract | ii |
| 表リスト | iv |
| 図リスト | v |
| 第1章 緒言 | 1 |
| 第2章 実験の概要 | 2 |
| 第3章 実験解析手法 | 6 |
| 3. 1 標準ドロワ実効断面積の作成 | 6 |
| 3. 2 サンプル定数実効断面積の作成 | 6 |
| 3. 3 実効断面積の群縮約 | 6 |
| 3. 4 基準炉心解析 | 7 |
| 3. 5 補正計算 | 7 |
| 第4章 解析結果 | 9 |
| 4. 1 PU-30 サンプル | 9 |
| 4. 2 U-6 サンプル | 9 |
| 4. 3 DU-6 サンプル | 9 |
| 4. 4 SS-1 サンプル | 10 |
| 4. 5 B-1 サンプル | 10 |
| 第5章 炉定数調整への影響 | 26 |
| 5. 1 炉定数調整計算のためのサンプル反応度情報 | 26 |
| 5. 2 炉定数調整の条件 | 28 |
| 5. 3 炉定数調整の結果 | 28 |
| 第6章 結言 | 67 |
| 参考文献 | 68 |
| 付録1 Lump モデルによるサンプル実効定数作成 | 70 |
| 付録2 反応度の単位換算 | 71 |
| 付録3 ユーティリティプログラム XMIX の改修 | 72 |

表リスト

| | |
|--------|---|
| (第2章) | |
| 表 2.1 | サンプルの仕様 3 |
| (第4章) | |
| 表 4.1 | PU-30 サンプル径方向反応度分布 12 |
| 表 4.2 | U-6 サンプル径方向反応度分布 13 |
| 表 4.3 | DU-6 サンプル径方向反応度分布 14 |
| 表 4.4 | SS-1 サンプル径方向反応度分布 15 |
| 表 4.5 | B-1 サンプル径方向反応度分布 16 |
| 表 4.6 | 各種サンプル反応度のエネルギー分布 (炉心中心位置) 17 |
| 表 4.7 | サンプル領域のみの主要核種の感度係数 18 |
| 表 4.8 | ZPPR-9 炉心の各領域平均サンプル反応度 C/E 値まとめ 19 |
| (第5章) | |
| 表 5.1 | 炉定数調整計算のための ZPPR-9 サンプル反応度の C/E 値、 実験誤差、解析誤差情報 32 |
| 表 5.2 | JENDL-3.2 ベース統合炉定数 ADJ98 を使用した場合の ZPPR-9 サンプルワースの調整前後 C/E 値と断面積誤差に起因する 核特性誤差 (ABLE ステップ 2) 33 |
| 表 5.3 | R185+Z9SW (ADJ98+微少サンプル反応度 13 核特性) による炉定数調整計算 の調整前後 C/E 値と断面積誤差に起因する核特性誤差 34 |
| 表 5.4 | 炉心中心 B-1 サンプル反応度に対する感度係数 35 |
| 表 5.5 | R185+Z9SW(BIG) (ADJ98+微少サンプル反応度 13 核特性、 サンプルワース実験誤差大) による炉定数調整計算の調整前後 C/E 値と 断面積誤差に起因する核特性誤差 37 |
| 表 5.6 | 硼素核種の調整後 C/E 値への影響 (R185+Z9SW ケース) 38 |
| (付録) | |
| 付表 2.1 | 単位換算ユーティリティプログラム 73 |
| 付表 2.2 | 単位換算プログラム入力データ(機番 5 の入力) 77 |
| 付表 2.3 | 単位換算プログラム入力データ(機番 8 の入力) 78 |
| 付表 2.4 | 単位換算プログラム出力結果(B-1 サンプル) 79 |
| 付表 3.1 | XMIX の MAIN ルーチン 81 |
| 付表 3.2 | XMIX の ID MIX サブルーチン 82 |
| 付表 3.3 | XMIX の XMIX サブルーチン 83 |

図リスト

(第2章)

| | | |
|-------|---------------|---|
| 図 2.1 | 反応度トラバース測定概略図 | 4 |
| 図 2.2 | 径方向分布測定位置 | 5 |

(第4章)

| | | |
|-------|-----------------------------------|----|
| 図 4.1 | 各サンプル反応度の実験値と計算値 | 20 |
| 図 4.2 | 各サンプル反応度の C/E 値 | 22 |
| 図 4.3 | JUPITER-I 実験の基本セルパターン | 24 |
| 図 4.4 | 炉心中心面におけるハーフセルモデルとフルセルモデルの中性子束分布比 | 25 |

(第5章)

| | | |
|--------|--|----|
| 図 5.1 | ADJ98 調整結果を使用した各種サンプルワース調整前後 C/E 変化量に対する核種・反応の寄与 | 41 |
| 図 5.2 | R185+Z9SW による炉定数調整前後の C/E 値 (サンプル反応度のみ) | 42 |
| 図 5.3 | B-1 炉心中心サンプルワースの調整前後 C/E 値変化量に対する核種・反応の寄与 | 43 |
| 図 5.5 | 炉心中心 B-1 サンプル反応度に対する感度係数 | 44 |
| 図 5.6 | 炉定数調整前後の C/E 値 (臨界性) | 45 |
| 図 5.7 | ZPPR-9 炉心 臨界性の C/E 値変化量に対する核種・反応の寄与 | 46 |
| 図 5.8 | 炉定数調整前後の C/E 値 (Na ボイド反応度) | 47 |
| 図 5.9 | ZPPR-9 Na ボイド (97 ドロワー±8 インチ) C/E 値変化量に対する核種・反応の寄与 | 48 |
| 図 5.10 | 炉定数調整前後の C/E 値 (制御棒価値) | 49 |
| 図 5.11 | ZPPR-9 炉心 CR(P1)の C/E 値変化量に対する核種・反応の寄与 | 50 |
| 図 5.12 | 炉定数調整前後の C/E 値 (C28 反応率分布) | 51 |
| 図 5.13 | 炉定数調整前後の C/E 値 (F25 反応率分布) | 52 |
| 図 5.14 | 炉定数調整前後の C/E 値 (F28 反応率分布) | 53 |
| 図 5.15 | 炉定数調整前後の C/E 値 (F49 反応率分布) | 54 |
| 図 5.16 | 炉定数調整前後の C/E 値 (C28/F49 反応率比) | 55 |
| 図 5.17 | 炉定数調整前後の C/E 値 (F25/F49 反応率比) | 56 |
| 図 5.18 | 炉定数調整前後の C/E 値 (F28/F49 反応率比) | 57 |
| 図 5.19 | 炉定数調整後の断面積変動幅 | 58 |
| 図 5.20 | 硼素各種を炉定数調整対象核種に含めた場合の断面積変化に与える影響 (ADJ98+Z9SW ケース) | 65 |

第1章 緒言

JUPITER 計画 (Japanese-United States Program of Integral Tests and Experimental Researches) (Ref.1~6) は、動力炉・核燃料開発事業団と米国エネルギー省 (DOE) との共同研究による大型高速増殖炉の炉心臨界実験であり、大型高速炉の炉心設計と核設計手法の評価に必要な情報を得ることを目的として実施されたものである。実験は、Pu 約 3 トンを有する米国アルゴンヌ国立研究所 (ANL) の高速臨界実験装置 ZPPR を用いて行われた。本 JUPITER 実験解析データは、サイクル機構が構築している大型高速炉用「核設計基本データベース」の根幹をなすものであり、最新の解析手法を使用した JUPITER 実験解析は、JUPITER 全シリーズを通して、臨界性、実効遅発中性子割合、反応率、Na ボイド反応度、制御棒反応度、ドップラー反応度、ゾーン置換反応度の核特性について既に整備され公開されている (Ref.7,8)。これらの情報は、実機炉心の設計精度の向上を目標とした炉定数調整法に基づく最新の統合炉定数セット JFS-3-J3.2 (ADJ98) (Ref.9) に反映され、現在、サイクル機構における高速炉実用化炉心概念の設計研究などに広く使用されている。また、最新解析結果、それらを求めるための解析データ、さらに解析値を算出するために使用した核特性解析コードシステム等の基本データベースは、高速炉実機設計や高速炉炉物理研究用として、他の機関や法人、大学などで活用されている。

本報告は、この JUPITER データベースをさらに付加価値のあるものとするため、これまで最新手法による実験解析が行われていなかった微少サンプル反応度実験について最新の核データライブラリ JENDL-3.2 (Ref.10) と最新解析手法を用いて再解析・評価を行い、核設計基本データベースの一部として整備したものである。この微少サンプル反応度実験は、JUPITER-I シリーズの基準炉心である ZPPR-9 均質二領域炉心で行われた。

以下に、ZPPR-9 微少サンプル反応度実験の解析経緯をまとめる。

1992 年に報告した JENDL-2 (Ref.11) ベースにおける解析 (Ref.12) では、3 次元輸送摂動計算コードがまだ開発されていなかったことから、2 次元 RZ モデルに近似して輸送補正を行った。一方、本解析では、1994 年にリリースされた 3 次元輸送摂動計算コード「SNPERT-3D」と、これに必要な随伴中性子束を計算する摂動用 3 次元輸送計算コード「TRITAC」(Ref.13,14) を使用し、輸送計算による反応度を 3 次元 XYZ モデルで行っており、輸送補正に関して従来より精度の高い評価を行うことができた。さらに、輸送計算による補正は、1992 年の解析では、硼素サンプルのみについて行っていたが、より詳細な解析結果を得るために、本解析では解析対象サンプル全てについて補正を施し、サンプル毎に横並びのできる評価を行った。

第2章 実験の概要

JUPITER-I の ZPPR-9 炉心における微量サンプル反応度の測定方法および実験内容は、JUPITER-I 実験データ集 (Ref.15) あるいは JUPITER-II 実験データ集 (Ref.16) に詳細に記述されているので、ここでは、簡単に本実験の概要を記す。

ZPPR-9 炉心における微量サンプル反応度の測定は、Fissile および Fertile 物質、構造材物質、制御棒物質、Cf-252 中性子源など約 20 種のサンプルを用いて、炉心中心面の径方向および炉心中心軸方向について、サンプルを炉心内外に出し入れしてその出力変化を逆時間方程式に入力し反応度を評価するオシレータ法により行われた。今回評価したサンプルは、このうち重要と考えられる 5 種類 (PU-30 (Pu-239 を 99%含む)、U-6 (U-235 : 93%)、DU-6 (U-238 : 100%)、SS-1 (SUS304 : 100%)、B-1 (B-10 : 93%)) である。

ZPPR のサンプル仕様は、表 2.1 に示すように、ほとんどが円筒状であり、外径約 0.7 ~ 1.0cm、長さ約 5.0cm の細い円柱形状の小さなものである。また、サンプル重量は、各種サンプルにより異なるが、1(g)から 50(g)未満である。しかし、サンプルのサイズが有限であることから、ANL は、一次摂動計算で解析した結果と比較できるようにするために、サンプルサイズ補正 (Size Correction Factor) を施してから最終実験結果として報告している。今回の実験値としては、この ANL によるサンプルサイズ補正が施された後の値を採用した。

サンプル反応度値の空間分布は、炉心内に設置されたサンプルを支持するガイド・チューブ内で振動させて測定された。図 2.1 に、径方向および軸方向の反応度トラバースを取るときのガイド・チューブ周辺の物質配置を示す。実験値測定時のガイドチューブは、半径方向分布の場合、炉心中心面において、炉中心カラムの引き出しを、「Half-1」および「Half-2」の双方について約 6.4mm ずつ押し込んでガイド・チューブを設置した。一方、軸方向分布測定の場合には、炉中心軸を通る引き出し内のセルプレートの一部取り除いて、そこにガイド・チューブを設置した。図 2.2 には、ZPPR-9 炉心サンプル反応度実験で径方向分布を測定した位置を示す。

表 2.1 サンプルの仕様

Table 4.2 Descriptions of Reactivity Samples
for ZPPR-9

| Sample ID | Principal Element (w/o) | | Dimensions (in.) | | Sample Mass (g) |
|-----------------------------------|-------------------------|-------|------------------|---------|-----------------|
| | Element | (w/o) | Length | O.D. | |
| U-6 | U235 | 93.19 | 2.173 | 0.300 | 46.8887 |
| DU-6 | U238 | 99.78 | 2.173 | 0.300 | 47.4269 |
| PU-30 | Pu239 | 98.93 | 2.173 | 0.300 | 38.0907 |
| PU240-R | Pu240 | 80.70 | 1.880 | 0.329 | 13.776 |
| B-1 | B10 | 92.85 | 2.174 | 0.401 | 4.1928 |
| Na-5 | Na | 100 | 2.173 | 0.400 | 4.178 |
| Fe-1 | Fe | 100 | 2.172 | 0.389 | 33.277 |
| Ni-1 | Ni | 99.99 | 2.173 | 0.390 | 37.916 |
| Cr-3 | Cr | 100 | 2.173 | 0.375 | 26.999 |
| Mo-1 | Mo | 99.95 | 2.173 | 0.390 | 43.398 |
| SS-1 | SUS304 | 100 | 2.173 | 0.390 | 33.435 |
| BeO-2 | BeO | 99 | 2.173 | 0.390 | 12.4559 |
| Poly-2 | | | 2.172 | 0.2005 | 1.062 |
| Mn-1 | Mn | 99.99 | 2.173 | 0.3986 | 18.010 |
| Ta-1 | Ta | 99.90 | 2.174 | 0.389 | 70.504 |
| WR-2 | U233 | 99.54 | 2.000 | (foils) | 13.7358 |
| EU ₂ O ₃ -3 | Eu151,153 | 100 | 2.163 | 0.402 | 9.9634 |
| Cf252 | (fission neutrons) | | - | - | - |

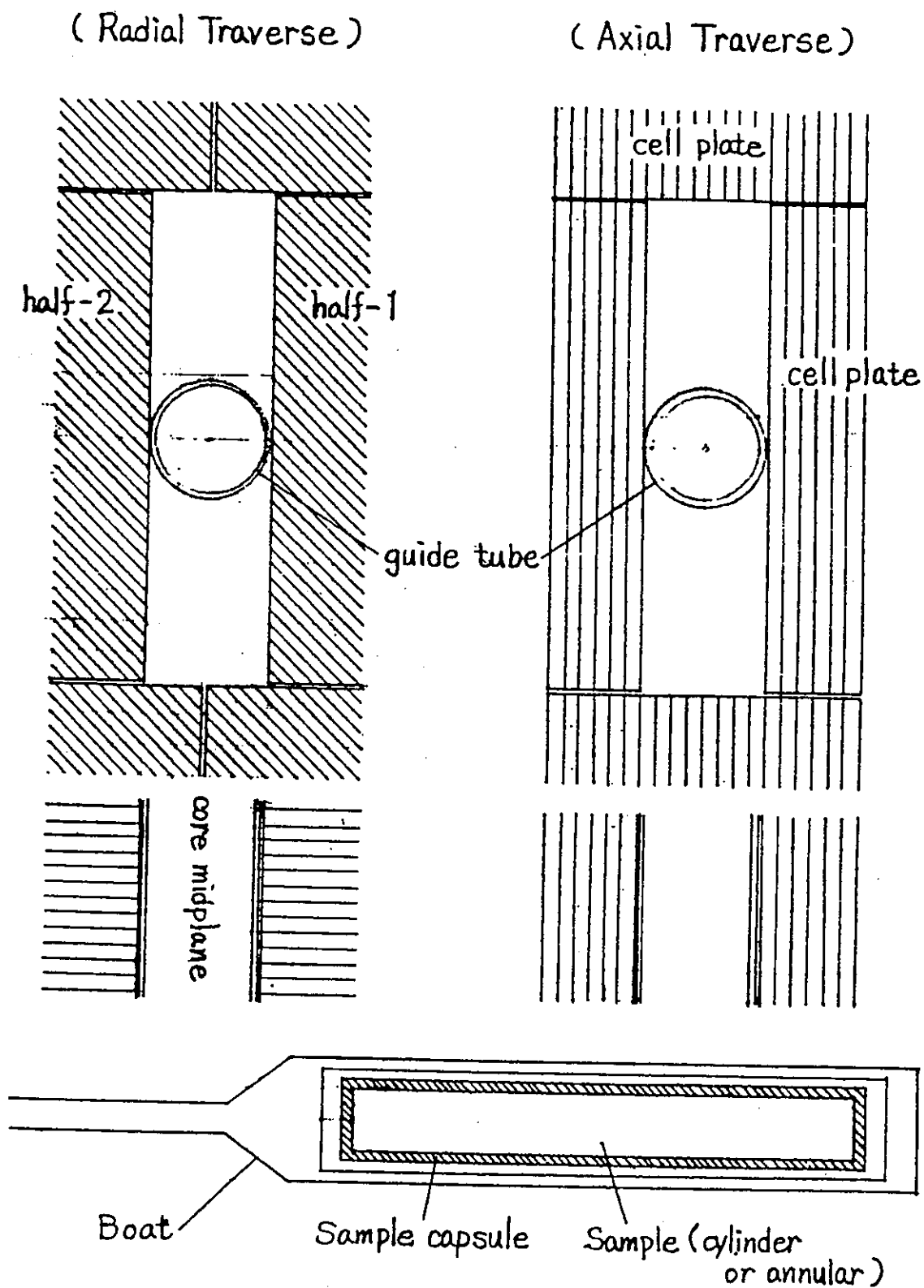
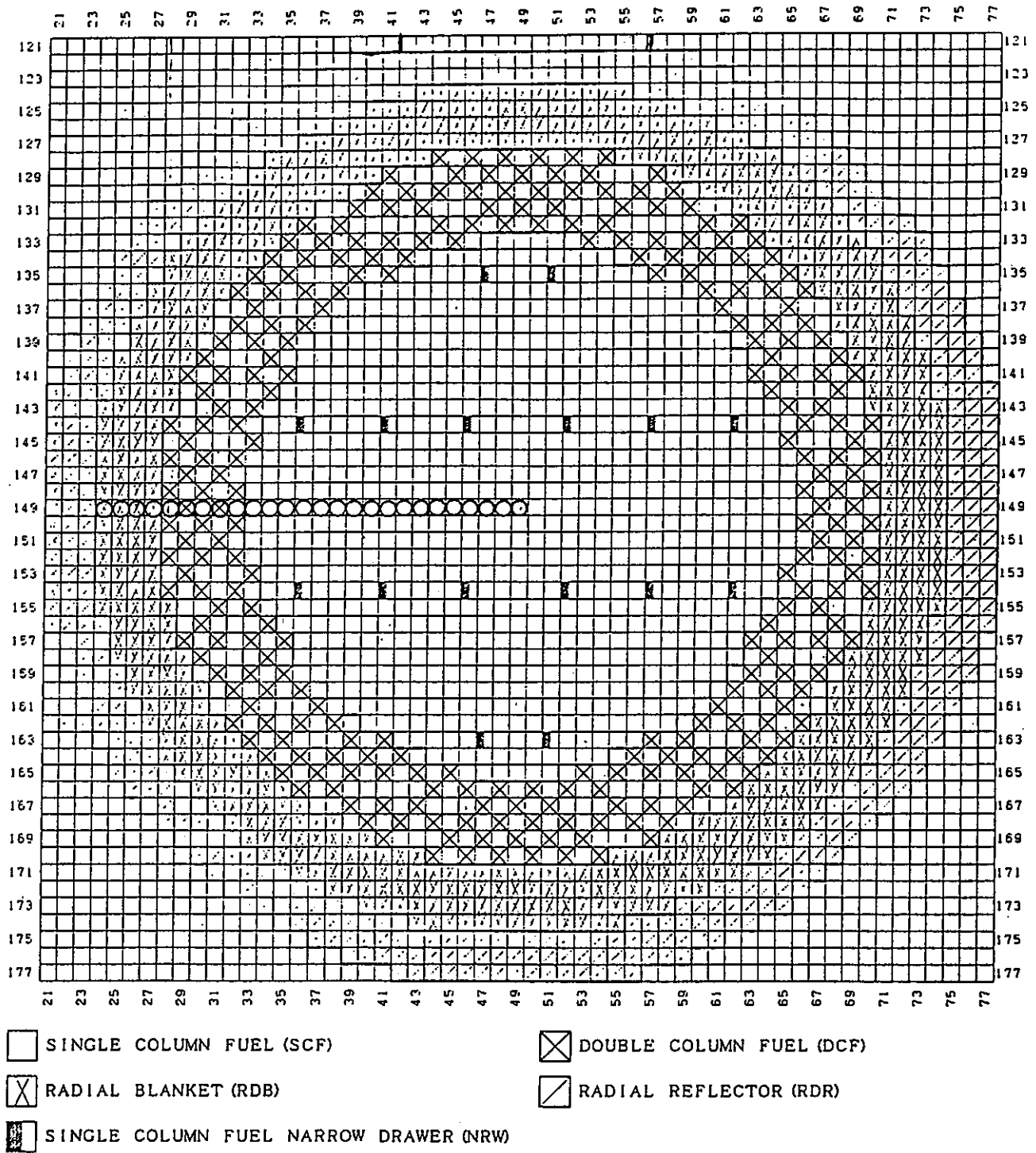


Fig. Configuration of the Small-Sample Traverse

図 2.1 反応度トラバース測定概略図



ZPPR-9

HALF1

○がサンプル挿入位置

図 2.2 径方向分布測定位置

第3章 実験解析手法

本章では、最終 C/E 値を算出するまでに行った解析処理内容を記す。

3.1 標準ドロワ実効断面積の作成

基本炉定数は、我が国の最新評価済み核データライブラリ JENDL-3.2 (Ref.10) ベースの高速炉用 70 群炉定数 JFS-3-J3.2 (1994 年) を使用した。燃料 (炉心、ブランケット) セルは、Tone の方法 (Ref.17) による σ_0 (バックグラウンド断面積) モデルを、輸送断面積 σ_{tr} にカレント重みを適用し、臨界バックリングを考慮し、セル計算コード CASUP (Ref.18) を用いて 70 群実効定数を作成した。中性子遮蔽体等の非燃料セルは、ドロワ内均質化組成を用いて、SLAROM コード (Ref.19) により自己遮蔽因子を計算し実効マクロ断面積を作成した。尚、ZPPR-9 炉心は、各ドロワマスタ番号ごとの原子数密度を忠実に反映させた AMM (All Master Model) 情報がないため、AMM ドロワ別の実効マクロ断面積を計算せずに、領域平均実効マクロ断面積のみ (内側炉心部シングルカラム燃料、外側炉心部シングルカラム燃料、外側炉心部ダブルカラム燃料等) を計算した。領域平均実効マクロ断面積は、次の手順で算出されるが、非燃料セルはこの限りではない。

- (1) 各々の基本ドロワについて適当な一つ (ZPPR-9 の内側炉心部には SCF が 14 種類存在するが、その内の 1 種類を選択した) のプレートインベントリ情報を使用して実効ミクロ断面積を作成する。
- (2) ZPPR 臨界集合体で使用される各種ドロワのプレート構成から原子数密度を計算するユーティリティプログラム PLUTO を使用し、上記各領域ごとの平均均質原子数密度を求める。
- (3) 上記で求めた(1)の実効ミクロ断面積と(2)の領域平均均質原子数をもとに、ユーティリティコード XMIX により、領域平均実効マクロ断面積を計算した。

3.2 サンプル定数実効断面積の作成

サンプル実効ミクロおよびマクロ断面積は、円柱サンプルをプレートに模擬し、その両端に非常に原子数密度の濃い Na プレート配置した非均質モデル (ただし、サンプルが燃料以外の場合、均質モデルと同じ。) とし、サンプル領域のみの断面積を抽出することにより算出した。実効断面積を算出する考え方は、Isolated Lumped モデル (孤立円柱モデル) である (付録 1 参照)。また、後述する輸送・メッシュ補正計算のため、ユーティリティコード XMIX (付録 3 参照) の改良版によりサンプルと燃料を混合した実効マクロ断面積を作成した。

3.3 実効断面積の群縮約

後述する反応度計算は、何れもエネルギー群を 18 としている。そのため、SLAROM コード及び CASUP コードで求められた各セルの実効断面積を 70 群から 18 群に縮約しなければならない。基準セル定数の縮約は、2 次元 RZ 体系の標準体系の対応する各領域中性子スペクトルを重みとして行った。また、サンプル定数の縮約は、内側燃料領域の中性子スペクトルにより行った。

3.4 基準炉心解析

摂動計算に必要な中性子束および随伴中性子束は、同種ドロワ毎に炉心各領域で平均した組成から得られた 18 群実効マクロ定数を用い、CITATION-FBR コードによる 3 次元 XYZ 拡散計算から求めた。この時のメッシュ分割幅は、XY 方向に 1 メッシュ / 1 ドロワ (約 5.5cm)、Z 方向に約 5cm とした。拡散係数には、Benoist のモデルによる異方性拡散係数 (Ref.20) を用いる。中性子束算出のための CITATION-FBR 用解析データは、先に実験解析の評価が行われた、臨界性の基準計算で使用されたものを使用した (Ref.8)。また、中性子束および随伴中性子束は、サンプル反応度を一次摂動法で求めることから、摂動前の基準体系から計算されたものを使用した。

サンプル反応度は、摂動計算コード PERKY (Ref.21) の反応度価値空間分布計算オプションを選択して求めた。ただし、サンプル反応度の実験値は「Ib/Kg」であり、解析値で得られる「 $\Delta k/kk$ 」と比較できるようにするために、別途ポスト処理を行い、最終的に両者の反応度を「 ρ 」単位に統一した。この単位変換の手順およびプログラムを付録 2 に示す。

3.5 補正計算

3.5.1 非対称セル効果補正

非対称セル効果補正は、JUPITER-I シリーズ特有の効果であり、セル内の重金属プレートに偏りがあることで中性子束及び随伴中性子束の分布やスペクトルが変化する効果を考慮するための補正である。

解析方法は、CITATION-FBR による 18 群拡散計算で、X 方向に 1 ドロワを 2 メッシュに分けたモデルを作成し、1 セルをセル内で平均化した実効断面積 (フルセル実効定数) と、1 セルを左右 2 分割したハーフセル実効断面積を使用して、各々中性子束および随伴中性子束を算出する。それぞれの中性子束・随伴中性子束を使用して、基準計算と同様に摂動計算コード PERKY の反応度価値空間分布計算オプションを使用して反応度を算出し、両者の比を非対称セル効果補正係数とした。反応度は、基準計算同様に、各元素毎に反応度が算出されるため、反応度集計簡易プログラムを作成して合計反応度を算出した。以下に、解析手順の詳細を示す。

●フルセル定数による反応度計算

- 1) フルセル定数を使用し、CITATION-FBR コードにより、3次元 XYZ 体系、18群、Benoist による非等方拡散係数、2メッシュ/1ドロワで中性子束・随伴中性子束を求める。
- 2) 摂動計算コード PERKY により、1) で求めた中性子束・随伴中性子束を用いて、一次摂動法、サンプル実効マイクロ断面積を使用した反応度価値空間分布計算オプションにより、各位置における各核種毎の単位個数当たり（対象領域体積当たり 10^{24} 個）の反応度を求める。
- 3) 算出された単位個数あたりの核種ごとの反応度をもとに、反応度集計簡易プログラムにより、各位置におけるサンプル合計反応度を求める。

●ハーフセル定数による反応度計算

- 1) ハーフセル定数を使用し、フルセル同様に中性子束・随伴中性子束を求める。
- 2) フルセルと同様の処理を行う。
- 3) フルセルと同様の処理を行う。

●非対称補正係数の計算

- 1) ハーフセル定数による 3)の結果とフルセル定数による 3)の結果の比を非対称セル補正係数とする。

3.5.2 輸送・メッシュ効果補正

本補正解析は、3次元輸送計算コード（摂動用 TRITAC）及び3次元輸送摂動計算コード（SNPERT-3D）が開発されたため、以前に解析した JENDL-2 ベースの手法（Ref.12）と違い、3次元 XYZ 体系、基準メッシュとなっている。それ以外は、同じ条件で、POS4、18群、1次摂動法である。輸送・メッシュ補正は、輸送計算による反応度価値と等方拡散係数（拡散係数=1/3*輸送断面積）を使用した拡散計算による反応度価値との比となる。

尚、輸送摂動計算コード SNPERT-3D は、PERKY コードのように、核種毎の反応度価値空間分布計算オプションの機能を有していないため、摂動前後のセル平均実効マイクロ断面積の置換により反応度を算出した。当然、これに合わせて、対応する等方拡散係数を使用した PERKY コードによる計算も、反応度価値空間分布計算オプションを用いず、置換反応度計算オプションを使用して反応度を算出した。置換反応度計算に必要な実効断面積は、摂動前が標準燃料セルにおけるものを使用し、摂動後が標準燃料セルとサンプルの実効定数を、断面積処理ユーティリティプログラム XMIX（付録3）を一部変更して作成した。

第4章 解析結果

本解析で対象としたサンプルは、測定された全サンプルの内、PU-30、U-6、DU-6、SS-1、B-1の5種類とした。解析対象サンプルの情報を表 2.1 に示す。また、解析したサンプルの装荷位置は、炉心中心位置（マトリックス位置 149-49）から径ブランケット（マトリックス位置 149-24）までの26個の径方向測定位置について行った。

解析結果は、各サンプル毎に以下の図、表にまとめた。

| サンプルの種類 | PU-30 | U-6 | DU-6 | SS-1 | B-1 |
|--------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 計算値と測定値の 反応度の比較 | 図 4.1 | | | | |
| 補正前後の C/E 値 | 図 4.2 | | | | |
| C/E 値と補正係数 | 表 4.1 | 表 4.2 | 表 4.3 | 表 4.4 | 表 4.5 |
| 領域平均 C/E 値 | 表 4.5 | | | | |

以下に、5つのサンプルについての解析結果の詳細を各サンプル毎に示す。

4. 1 PU-30 サンプル

表 4.1 及び図 4.1 に反応度の径方向分布を実験値と解析値を比較して示す。反応度の分布形は、炉心部中心が最大（約+0.7₁）で径ブランケットに向かって滑らかに小さくなっていくが、全ての領域で正の反応度である。図 4.2 に示すように、炉心部の補正後 C/E 値は、非対称セル補正係数の影響により、中心から外周部に向かって 1.03 から 1.09 と大きくなり、6%の径方向依存性を示した。なお、径ブランケット領域では最大約 30%の過小評価となったが、サンプル反応度の絶対値が炉心部の 10 分の 1 以下になっているためと考えられ、特に問題とはならない。

補正後の領域平均 C/E 値と標準偏差は、内側炉心部で 1.048 ± 0.012 であった。

4. 2 U-6 サンプル

表 4.2 及び図 4.1 に反応度の径方向分布を示すが、サンプル反応度の絶対量および径方向分布形は、PU-30 とほぼ同じ結果となった。図 4.2 に示すように、炉心部の補正後 C/E 値も PU-30 サンプル同様に、非対称セル補正係数の影響により、中心から外周部に向かって 1.03 から 1.10 と大きくなり、7%の径方向依存性を示した。

補正後の領域平均 C/E 値と標準偏差は、内側炉心部で 1.054 ± 0.014 であった。

4. 3 DU-6 サンプル

表 4.3 及び図 4.1 から分かるように、実験値にややばらつきがみられたが、これは PU-30 や U-6 サンプルと比べて反応度の大きさが一桁小さいためと考えられる。反応度分布形は、炉心中心位置で絶対値最大の負の値であり、外側炉心に向かうにつれて、絶対値

が小さくなっていく。内側炉心部の補正後 C/E 値はある程度のばらつきはあるが、0.96 から 1.06 の範囲にある。また、詳細にみると、炉心中心部の C/E 値は、非対称セル補正を施すことにより約 4%改善された。これは、燃料セルが非対称であることにより、炉心中心に U-238 が偏る効果が補正されたためである。外側炉心部および径ブランケット部では、C/E 値が、極端に悪化した。これは反応度測定の絶対値がほぼゼロであることによるもので問題はない。

内側炉心部の補正後平均 C/E 値と標準偏差は、 1.023 ± 0.033 であった。

4. 4 SS-1 サンプル

表 4.4 及び図 4.1 に反応度の径方向分布を示すが、炉心中心から径ブランケットに向かって、サンプル反応度は負から正へ変化し、その絶対値は約 0.01 ρ と非常に小さい。また測定値には、ANL が評価した測定誤差を越えたばらつきがみられる。図 4.2 から分かるように、補正前後の C/E 値は、ほとんど差がない。また、炉心部の C/E 値についてみると、計算値が最大で 20%過大評価した。外側炉心部および径ブランケット部では、反応度が小さい、あるいは外側燃料部とブランケット部の境界であることから、C/E 値が極端に悪くなった。

内側炉心部の補正後平均 C/E 値と標準偏差は、 1.099 ± 0.076 であった。

4. 5 B-1 サンプル

表 4.5 及び図 4.1 に示すように、サンプル反応度の絶対量および径方向分布形は、PU-30 や U-6 サンプルと同様であるが、反応度は負である。また、実験値は、反応度の絶対値が大きくばらつきが小さいため滑らかな径方向の分布形となっている。図 4.2 から分かるように、補正後の C/E 値は、炉心中心から外側炉心まで 0.93 から 1.03 となり、径方向依存性が 10%程度と大きい。

内側炉心部の補正後平均 C/E 値と標準偏差は、 0.953 ± 0.020 であった。

また、このサンプルで特徴的なこととして、補正前の C/E 値は、炉心中心部に近づくときと大きくなり徐々に 1.0 に近づく傾向を示すが、補正後 C/E 値ではその傾向が解消されている点がある。これは、非対称セル補正の影響が主な要因となる。以下に、その要因の説明を記す。

図 4.3 に示すように、ZPPR-9 炉心の中心位置におけるプレート配列は、燃料セルが左右対称になっていないため、U-238 プレートが多く集まる。この効果は、図 4.4 に示すように、フルセルモデルとハーフセルモデルで炉心中心中性子束分布の差から確認できる。また、その差は、低エネルギー群で大きくなっている。一方、表 4.6 のサンプル反応度のエネルギー分布や表 4.7 のサンプル反応度の感度係数エネルギー分布から、B-1 サンプルは、反応度の寄与のピークを示すエネルギー領域が、他のサンプルと違い、1keV~10keV 領域と低エネルギー領域である。

上記 2 つのことから、B-1 サンプルは、炉心中心位置で非対称セル効果の影響を大きく受け、C/E 値の改善がみられた。また、その他のサンプルについては、中性子束の差が大きいエネルギー部分のインポートンスが小さいため、非対称セル効果が小さく、

B-1 サンプルのような、基準計算の C/E 値が炉心中心付近で盛り上がる傾向が見られないことと整合がとれる。

結論として、表 4.8 の全サンプルの各領域における平均 C/E 値から、内側炉心部の補正後 C/E 値は、おおむね±5%程度 (SS-1 サンプルを除く) におさまることが判明した。また、SS-1 および DU-6 サンプルの C/E 値の分散は外側炉心より外側で極端に悪化 (表中から除外) しているが、これは測定されたサンプル反応度が非常に小さいためであると考えられる。また、いずれのサンプルでも外側炉心に行くにつれて C/E 値が大きくなる径方向依存性が見られるが、特に B-1 サンプルは径方向依存性が約 10%とかなり大きい。

表4.1 PU-30サンプル径方向反応度分布

| 領域 | マトリクス位置 | 実験値 ^(*) | 基準計算値 ^(*) | 非対称セル補正 | 輸送・メッシュ補正 | 補正後C/E値 | C/E ^(*) |
|---------|---------------|--------------------|----------------------|---------|-----------|---------|--------------------|
| 内側炉心 | 149-49 | 0.677 ±0.0004 | 0.718 | 0.982 | 0.989 | 1.030 | 1.022 |
| | 149-48 | 0.676 ±0.0006 | 0.717 | 0.985 | 0.989 | 1.033 | 1.023 |
| | 149-47 | 0.673 ±0.0006 | 0.715 | 0.987 | 0.989 | 1.037 | 1.024 |
| | 149-46 | 0.669 ±0.0006 | 0.710 | 0.990 | 0.989 | 1.038 | 1.024 |
| | 149-45 | 0.663 ±0.0006 | 0.703 | 0.992 | 0.989 | 1.041 | 1.026 |
| | 149-44 | 0.657 ±0.0007 | 0.695 | 0.994 | 0.989 | 1.040 | 1.024 |
| | 149-43 | 0.648 ±0.0006 | 0.685 | 0.996 | 0.989 | 1.042 | 1.025 |
| | 149-42 | 0.638 ±0.0006 | 0.673 | 0.999 | 0.989 | 1.043 | 1.025 |
| | 149-41 | 0.627 ±0.0006 | 0.660 | 1.001 | 0.990 | 1.043 | 1.025 |
| | 149-40 | 0.610 ±0.0006 | 0.645 | 1.003 | 0.991 | 1.050 | 1.031 |
| | 149-39 | 0.597 ±0.0006 | 0.627 | 1.005 | 0.990 | 1.046 | 1.029 |
| | 149-38 | 0.578 ±0.0006 | 0.608 | 1.008 | 0.992 | 1.052 | 1.035 |
| | 149-37 | 0.556 ±0.0004 | 0.587 | 1.010 | 0.992 | 1.057 | 1.041 |
| | 149-36 | 0.534 ±0.0008 | 0.563 | 1.012 | 0.993 | 1.060 | 1.045 |
| | 149-35 | 0.510 ±0.0007 | 0.536 | 1.014 | 0.993 | 1.059 | 1.047 |
| | 149-34 | 0.477 ±0.0007 | 0.504 | 1.016 | 0.995 | 1.067 | 1.057 |
| 149-33 | 0.441 ±0.0006 | 0.466 | 1.017 | 0.998 | 1.074 | 1.064 | |
| 外側炉心 | 149-32 | 0.399 ±0.0008 | 0.424 | 1.019 | 1.006 | 1.087 | 1.072 |
| | 149-31 | 0.347 ±0.0008 | 0.365 | 1.019 | 1.017 | 1.091 | 1.067 |
| | 149-30 | 0.283 ±0.0007 | 0.295 | 1.021 | 1.016 | 1.084 | 1.059 |
| | 149-29 | 0.216 ±0.0008 | 0.223 | 1.021 | 1.015 | 1.066 | 1.041 |
| | 149-28 | 0.157 ±0.0009 | 0.153 | 1.025 | 1.006 | 1.008 | 0.984 |
| 径ブランケット | 149-27 | 0.104 ±0.0008 | 0.094 | 1.023 | 0.990 | 0.918 | 0.903 |
| | 149-26 | 0.062 ±0.0007 | 0.053 | 1.023 | 0.979 | 0.855 | 0.838 |
| | 149-25 | 0.039 ±0.0006 | 0.028 | 1.023 | 0.986 | 0.744 | 0.708 |
| | 149-24 | 0.021 ±0.0006 | 0.015 | 1.023 | 1.006 | 0.724 | 0.660 |

(*1) 単位：φ。基準計算値はサンプルサイズ補正が施されている。

誤差は、実験結果表 (Ref.15) をもとに単位変換プログラムでIh/kgからφに置換した。

(*2) JFS-3-J2の補正なし計算値を使用した結果。

表4.2 U-6サンプル径方向反応度分布

| 領域 | マトリクス位置 | 実験値 ^(*) | 基準計算値 ^(*) | 非対称補正 | 輸送・メッシュ補正 | 補正後C/E値 | C/E ^(*) |
|---------|---------|--------------------|----------------------|-------|-----------|---------|--------------------|
| 内側炉心 | 149-49 | 0.612 ±0.0006 | 0.654 | 0.977 | 0.989 | 1.032 | 1.056 |
| | 149-48 | 0.610 ±0.0007 | 0.653 | 0.983 | 0.989 | 1.041 | 1.059 |
| | 149-47 | 0.610 ±0.0008 | 0.651 | 0.986 | 0.989 | 1.040 | 1.056 |
| | 149-46 | 0.606 ±0.0007 | 0.647 | 0.989 | 0.989 | 1.045 | 1.057 |
| | 149-45 | 0.603 ±0.0010 | 0.641 | 0.992 | 0.989 | 1.043 | 1.054 |
| | 149-44 | 0.596 ±0.0008 | 0.633 | 0.994 | 0.989 | 1.046 | 1.056 |
| | 149-43 | 0.586 ±0.0008 | 0.624 | 0.997 | 0.990 | 1.050 | 1.059 |
| | 149-42 | 0.580 ±0.0008 | 0.613 | 0.999 | 0.990 | 1.046 | 1.054 |
| | 149-41 | 0.568 ±0.0008 | 0.601 | 1.001 | 0.990 | 1.048 | 1.056 |
| | 149-40 | 0.555 ±0.0007 | 0.587 | 1.003 | 0.991 | 1.052 | 1.060 |
| | 149-39 | 0.541 ±0.0008 | 0.571 | 1.006 | 0.991 | 1.052 | 1.061 |
| | 149-38 | 0.522 ±0.0008 | 0.553 | 1.008 | 0.992 | 1.059 | 1.069 |
| | 149-37 | 0.504 ±0.0008 | 0.533 | 1.010 | 0.992 | 1.059 | 1.070 |
| | 149-36 | 0.480 ±0.0008 | 0.510 | 1.012 | 0.993 | 1.067 | 1.079 |
| | 149-35 | 0.456 ±0.0008 | 0.483 | 1.014 | 0.994 | 1.066 | 1.080 |
| | 149-34 | 0.424 ±0.0007 | 0.450 | 1.016 | 0.995 | 1.074 | 1.089 |
| 外側炉心 | 149-33 | 0.387 ±0.0008 | 0.415 | 1.019 | 0.997 | 1.087 | 1.102 |
| | 149-32 | 0.343 ±0.0008 | 0.365 | 1.020 | 1.005 | 1.092 | 1.098 |
| | 149-31 | 0.296 ±0.0010 | 0.313 | 1.020 | 1.018 | 1.095 | 1.088 |
| | 149-30 | 0.243 ±0.0008 | 0.254 | 1.022 | 1.012 | 1.083 | 1.081 |
| | 149-29 | 0.186 ±0.0010 | 0.192 | 1.022 | 1.018 | 1.071 | 1.061 |
| 径ブランケット | 149-28 | 0.142 ±0.0008 | 0.138 | 1.025 | 1.008 | 1.009 | 1.003 |
| | 149-27 | 0.097 ±0.0008 | 0.093 | 1.025 | 0.982 | 0.960 | 0.977 |
| | 149-26 | 0.063 ±0.0010 | 0.056 | 1.024 | 0.981 | 0.890 | 0.896 |
| | 149-25 | 0.040 ±0.0008 | 0.031 | 1.024 | 0.989 | 0.781 | 0.768 |
| | 149-24 | 0.020 ±0.0007 | 0.017 | 1.024 | 1.012 | 0.883 | 0.830 |

(*1) 単位：φ。基準計算値はサンプルサイズ補正が施されている。

誤差は、実験結果表 (Ref.15) をもとに単位変換プログラムでlh/kgからφに置換した。

(*2) JFS-3-J2の補正なし計算値を使用した結果。

表4.3 DU-6サンプル径方向反応度分布

| 領域 | マトリックス位置 | 実験値 ^(*) | 基準計算値 ^(*) | 非対称補正 | 輸送・メッシュ補正 | 補正後C/E値 | C/E ^(*) |
|---------|-----------------|--------------------|----------------------|-------|-----------|---------|--------------------|
| 内側炉心 | 149-49 | -0.042 ± 0.0006 | -0.045 | 0.964 | 0.993 | 1.020 | 1.016 |
| | 149-48 | -0.043 ± 0.0006 | -0.045 | 0.976 | 0.992 | 1.009 | 0.992 |
| | 149-47 | -0.044 ± 0.0006 | -0.045 | 0.983 | 0.992 | 1.004 | 0.983 |
| | 149-46 | -0.044 ± 0.0007 | -0.045 | 0.987 | 0.992 | 0.995 | 0.971 |
| | 149-45 | -0.045 ± 0.0007 | -0.044 | 0.990 | 0.993 | 0.970 | 0.942 |
| | 149-44 | -0.042 ± 0.0008 | -0.044 | 0.993 | 0.993 | 1.021 | 0.990 |
| | 149-43 | -0.041 ± 0.0008 | -0.043 | 0.995 | 0.993 | 1.044 | 1.015 |
| | 149-42 | -0.043 ± 0.0007 | -0.042 | 0.997 | 0.993 | 0.977 | 0.947 |
| | 149-41 | -0.038 ± 0.0007 | -0.041 | 1.000 | 0.994 | 1.082 | 1.049 |
| | 149-40 | -0.040 ± 0.0006 | -0.040 | 1.002 | 0.994 | 1.003 | 0.974 |
| | 149-39 | -0.038 ± 0.0007 | -0.039 | 1.004 | 0.995 | 1.041 | 1.010 |
| | 149-38 | -0.035 ± 0.0008 | -0.038 | 1.006 | 0.995 | 1.075 | 1.043 |
| | 149-37 | -0.035 ± 0.0006 | -0.037 | 1.008 | 0.996 | 1.048 | 1.016 |
| | 149-36 | -0.035 ± 0.0007 | -0.035 | 1.011 | 0.997 | 0.999 | 0.972 |
| | 149-35 | -0.034 ± 0.0007 | -0.033 | 1.013 | 1.000 | 1.001 | 0.975 |
| | 149-34 | -0.030 ± 0.0007 | -0.031 | 1.016 | 1.002 | 1.063 | 1.035 |
| 149-33 | -0.028 ± 0.0007 | -0.028 | 1.020 | 1.006 | 1.034 | 1.002 | |
| 外側炉心 | 149-32 | -0.022 ± 0.0006 | -0.025 | 1.023 | 1.003 | 1.158 | 1.124 |
| | 149-31 | -0.019 ± 0.0006 | -0.019 | 1.019 | 1.005 | 1.064 | 1.038 |
| | 149-30 | -0.012 ± 0.0007 | -0.014 | 1.023 | 1.001 | 1.206 | 1.177 |
| | 149-29 | -0.006 ± 0.0006 | -0.008 | 1.021 | 1.016 | 1.459 | 1.421 |
| | 149-28 | 0.001 ± 0.0007 | -0.003 | 1.039 | 0.987 | - | - |
| 径ブランケット | 149-27 | 0.004 ± 0.0006 | -0.001 | 1.063 | 1.087 | - | - |
| | 149-26 | 0.003 ± 0.0007 | 0.000 | 1.042 | 1.254 | - | - |
| | 149-25 | 0.001 ± 0.0008 | 0.000 | 1.033 | 1.308 | - | - |
| | 149-24 | 0.001 ± 0.0007 | 0.000 | 1.028 | 1.200 | - | - |

(*1) 単位：φ。基準計算値はサンプルサイズ補正が施されている。

誤差は、実験結果表 (Ref.15) をもとに単位変換プログラムでIh/kgからφに置換した。

(*2) JFS-3-J2の補正なし計算値を使用した結果。

表4.4 SS-1サンプル径方向反応度分布

| 領域 | マトリクス位置 | 実験値 ^(*) | 基準計算値 ^(*) | 非対称セル補正 | 輸送・メッシュ補正 | 補正後C/E値 | C/E ^(*) |
|---------|----------------|--------------------|----------------------|---------|-----------|---------|--------------------|
| 内側炉心 | 149-49 | -0.020 ±0.0006 | -0.020 | 0.993 | 0.994 | 0.973 | 0.975 |
| | 149-48 | -0.018 ±0.0008 | -0.020 | 0.988 | 0.995 | 1.111 | 1.121 |
| | 149-47 | -0.017 ±0.0008 | -0.020 | 0.987 | 0.994 | 1.129 | 1.142 |
| | 149-46 | -0.020 ±0.0006 | -0.020 | 0.988 | 0.995 | 0.988 | 0.999 |
| | 149-45 | -0.017 ±0.0006 | -0.020 | 0.990 | 0.994 | 1.128 | 1.139 |
| | 149-44 | -0.018 ±0.0007 | -0.019 | 0.992 | 0.995 | 1.058 | 1.071 |
| | 149-43 | -0.018 ±0.0006 | -0.019 | 0.995 | 0.995 | 1.050 | 1.057 |
| | 149-42 | -0.017 ±0.0008 | -0.019 | 0.997 | 0.994 | 1.117 | 1.127 |
| | 149-41 | -0.015 ±0.0007 | -0.018 | 0.999 | 0.996 | 1.214 | 1.222 |
| | 149-40 | -0.016 ±0.0007 | -0.018 | 1.002 | 0.997 | 1.097 | 1.102 |
| | 149-39 | -0.016 ±0.0009 | -0.017 | 1.004 | 0.994 | 1.099 | 1.108 |
| | 149-38 | -0.014 ±0.0007 | -0.017 | 1.006 | 0.997 | 1.221 | 1.239 |
| | 149-37 | -0.015 ±0.0006 | -0.016 | 1.008 | 0.997 | 1.100 | 1.111 |
| | 149-36 | -0.014 ±0.0007 | -0.016 | 1.010 | 0.999 | 1.102 | 1.122 |
| | 149-35 | -0.015 ±0.0006 | -0.015 | 1.012 | 0.997 | 1.030 | 1.044 |
| 149-34 | -0.012 ±0.0009 | -0.014 | 1.013 | 1.000 | 1.233 | 1.254 | |
| 149-33 | -0.013 ±0.0007 | -0.013 | 1.013 | 1.002 | 1.030 | 1.051 | |
| 外側炉心 | 149-32 | -0.009 ±0.0006 | -0.012 | 1.014 | 1.025 | 1.359 | 1.355 |
| | 149-31 | -0.004 ±0.0006 | -0.008 | 1.011 | 1.055 | 1.988 | 1.965 |
| | 149-30 | -0.004 ±0.0008 | -0.005 | 1.034 | 1.038 | 1.178 | 1.192 |
| | 149-29 | 0.003 ±0.0008 | -0.001 | 0.942 | 1.304 | - | - |
| | 149-28 | 0.010 ±0.0008 | 0.003 | 1.003 | 1.037 | - | - |
| 径ブランケット | 149-27 | 0.008 ±0.0006 | 0.004 | 1.026 | 1.036 | - | - |
| | 149-26 | 0.004 ±0.0007 | 0.002 | 1.025 | 0.999 | - | - |
| | 149-25 | 0.003 ±0.0009 | 0.001 | 1.024 | 0.928 | - | - |
| | 149-24 | 0.003 ±0.0008 | 0.000 | 1.023 | 0.896 | - | - |

(*1) 単位：φ。基準計算値はサンプルサイズ補正が施されている。

誤差は、実験結果表 (Ref.15) をもとに単位変換プログラムでlh/kgからφに置換した。

(*2) JFS-3-J2の補正なし計算値を使用した結果。

表4.5 B-1サンプル径方向反応度分布

| 領域 | マトリクス位置 | 実験値 ^(*) | 基準計算値 ^(*) | 非対称性補正 | 輸送・メッシュ補正 | 補正後C/E値 | C/E ^(*) |
|---------|----------------|--------------------|----------------------|--------|-----------|---------|--------------------|
| 内側炉心 | 149-49 | -0.850 ±0.0008 | -0.842 | 0.945 | 0.990 | 0.928 | 0.871 |
| | 149-48 | -0.865 ±0.0010 | -0.841 | 0.965 | 0.990 | 0.929 | 0.872 |
| | 149-47 | -0.868 ±0.0011 | -0.838 | 0.977 | 0.990 | 0.934 | 0.878 |
| | 149-46 | -0.863 ±0.0012 | -0.832 | 0.984 | 0.990 | 0.940 | 0.882 |
| | 149-45 | -0.857 ±0.0012 | -0.825 | 0.989 | 0.990 | 0.943 | 0.885 |
| | 149-44 | -0.853 ±0.0012 | -0.815 | 0.992 | 0.990 | 0.939 | 0.883 |
| | 149-43 | -0.840 ±0.0009 | -0.803 | 0.995 | 0.991 | 0.943 | 0.889 |
| | 149-42 | -0.827 ±0.0010 | -0.789 | 0.998 | 0.991 | 0.944 | 0.893 |
| | 149-41 | -0.806 ±0.0011 | -0.773 | 1.000 | 0.991 | 0.951 | 0.901 |
| | 149-40 | -0.791 ±0.0010 | -0.755 | 1.002 | 0.992 | 0.949 | 0.903 |
| | 149-39 | -0.770 ±0.0011 | -0.734 | 1.004 | 0.992 | 0.950 | 0.908 |
| | 149-38 | -0.743 ±0.0012 | -0.710 | 1.007 | 0.993 | 0.957 | 0.917 |
| | 149-37 | -0.712 ±0.0013 | -0.684 | 1.009 | 0.994 | 0.964 | 0.929 |
| | 149-36 | -0.686 ±0.0011 | -0.662 | 1.012 | 0.996 | 0.972 | 0.942 |
| | 149-35 | -0.647 ±0.0013 | -0.627 | 1.015 | 0.997 | 0.980 | 0.954 |
| | 149-34 | -0.609 ±0.0009 | -0.587 | 1.019 | 0.999 | 0.982 | 0.963 |
| 149-33 | -0.564 ±0.0013 | -0.547 | 1.025 | 1.002 | 0.996 | 0.983 | |
| 外側炉心 | 149-32 | -0.506 ±0.0013 | -0.495 | 1.029 | 1.006 | 1.012 | 1.003 |
| | 149-31 | -0.428 ±0.0016 | -0.426 | 1.024 | 1.008 | 1.028 | 1.030 |
| | 149-30 | -0.340 ±0.0013 | -0.339 | 1.024 | 1.011 | 1.032 | 1.029 |
| | 149-29 | -0.253 ±0.0015 | -0.249 | 1.025 | 1.008 | 1.017 | 1.019 |
| | 149-28 | -0.166 ±0.0013 | -0.163 | 1.031 | 1.006 | 1.017 | 1.012 |
| 径ブランケット | 149-27 | -0.098 ±0.0011 | -0.087 | 1.033 | 1.040 | 0.958 | 0.943 |
| | 149-26 | -0.049 ±0.0011 | -0.043 | 1.029 | 1.025 | 0.919 | 0.892 |
| | 149-25 | -0.024 ±0.0009 | -0.020 | 1.027 | 1.017 | 0.884 | - |
| | 149-24 | -0.013 ±0.0012 | -0.010 | 1.026 | 1.016 | 0.830 | - |

(*1) 単位：φ。基準計算値はサンプルサイズ補正が施されている。

誤差は、実験結果表 (Ref.15) をもとに単位変換プログラムでlh/kgからφに置換した。

(*2) JFS-3-J2の補正後計算値を使用した結果。

表 4.6 各種サンプル反応度のエネルギー分布 (炉心中心位置)

●B-1 サンプル反応度

| REGION | GROUP | FISSION | ABSORPTION | SLOWING-DOWN | LEAKAGE | GRP. TOTAL |
|--------|-------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | 1 | 0.00000E+00 | -3.35004E-08 | -1.42727E-08 | -3.94721E-11 | -4.78125E-08 |
| | 2 | 0.00000E+00 | -1.57303E-07 | -1.50386E-08 | -9.52797E-11 | -1.72437E-07 |
| | 3 | 0.00000E+00 | -3.14348E-07 | -7.46384E-08 | -1.91326E-10 | -3.89178E-07 |
| | 4 | 0.00000E+00 | -6.16548E-07 | -1.34375E-07 | -1.63949E-10 | -7.51087E-07 |
| | 5 | 0.00000E+00 | -3.86575E-07 | -5.67984E-08 | -5.95230E-11 | -4.43433E-07 |
| | 6 | 0.00000E+00 | -2.22463E-06 | -1.99984E-07 | -9.68498E-11 | -2.42472E-06 |
| | 7 | 0.00000E+00 | -4.49490E-06 | -2.68515E-07 | 9.24989E-12 | -4.76341E-06 |
| | 8 | 0.00000E+00 | -7.11865E-06 | -2.29701E-07 | 4.72837E-11 | -7.34830E-06 |
| | 9 | 0.00000E+00 | -7.93695E-06 | -1.13549E-07 | 5.41406E-11 | -8.05045E-06 |
| | 10 | 0.00000E+00 | -8.36033E-06 | 1.15105E-08 | 4.97519E-11 | -8.34877E-06 |
| | 11 | 0.00000E+00 | -8.01289E-06 | 5.74760E-08 | 3.65102E-11 | -7.95538E-06 |
| | 12 | 0.00000E+00 | -6.61817E-06 | 4.54471E-08 | 1.79204E-11 | -6.57271E-06 |
| | 13 | 0.00000E+00 | -3.84659E-06 | 1.68585E-08 | 5.05924E-12 | -3.82972E-06 |
| | 14 | 0.00000E+00 | -1.05372E-05 | 5.73195E-08 | 3.42356E-11 | -1.04798E-05 |
| | 15 | 0.00000E+00 | -7.87443E-06 | 1.85208E-08 | 2.66196E-11 | -7.85589E-06 |
| | 16 | 0.00000E+00 | -4.00957E-06 | 8.57301E-09 | 9.69525E-12 | -4.00099E-06 |
| | 17 | 0.00000E+00 | -1.83592E-06 | 3.76951E-09 | 5.89111E-12 | -1.83215E-06 |
| | 18 | 0.00000E+00 | -7.99480E-07 | 0.00000E+00 | 4.58235E-12 | -7.99476E-07 |
| | SUM | 0.00000E+00 | -7.51779E-05 | -8.87396E-07 | -3.45460E-10 | -7.60657E-05 |

●Pu-30 サンプル反応度

| REGION | GROUP | FISSION | ABSORPTION | SLOWING-DOWN | LEAKAGE | GRP. TOTAL |
|--------|-------|-------------|--------------|--------------|--------------|-------------|
| | 1 | 2.81537E-07 | -8.99763E-08 | -1.27358E-08 | -5.46554E-11 | 1.78770E-07 |
| | 2 | 9.75078E-07 | -3.14931E-07 | -4.92131E-08 | -1.25195E-10 | 6.10809E-07 |
| | 3 | 2.35397E-06 | -8.02015E-07 | -1.04859E-07 | -2.00225E-10 | 1.44690E-06 |
| | 4 | 3.35233E-06 | -1.12099E-06 | -1.11772E-07 | -1.80626E-10 | 2.11939E-06 |
| | 5 | 3.51591E-06 | -1.06387E-06 | -4.15631E-08 | -5.27175E-11 | 2.41042E-06 |
| | 6 | 8.32082E-06 | -2.56609E-06 | -6.38889E-08 | -6.61168E-11 | 5.69078E-06 |
| | 7 | 9.26846E-06 | -2.86699E-06 | -3.77284E-08 | 6.67150E-12 | 6.36375E-06 |
| | 8 | 9.93390E-06 | -3.02152E-06 | -4.59367E-08 | 4.33534E-11 | 6.86649E-06 |
| | 9 | 9.04104E-06 | -2.67406E-06 | -1.67787E-08 | 5.45151E-11 | 6.35026E-06 |
| | 10 | 7.50706E-06 | -2.30268E-06 | -5.08154E-10 | 4.86893E-11 | 5.20392E-06 |
| | 11 | 5.31994E-06 | -1.81331E-06 | 1.48324E-08 | 3.00877E-11 | 3.52148E-06 |
| | 12 | 3.50949E-06 | -1.41378E-06 | 4.13836E-09 | 1.25162E-11 | 2.09986E-06 |
| | 13 | 1.70052E-06 | -7.83008E-07 | 9.03678E-10 | 2.90059E-12 | 9.18415E-07 |
| | 14 | 4.15250E-06 | -1.89198E-06 | 3.15005E-09 | 1.56665E-11 | 2.26369E-06 |
| | 15 | 2.84524E-06 | -1.35367E-06 | 7.54689E-10 | 1.00210E-11 | 1.49234E-06 |
| | 16 | 1.21475E-06 | -6.35131E-07 | 4.54651E-10 | 2.88751E-12 | 5.80077E-07 |
| | 17 | 4.43381E-07 | -2.33215E-07 | 1.93691E-10 | 1.31029E-12 | 2.10361E-07 |
| | 18 | 2.27196E-07 | -1.25014E-07 | 0.00000E+00 | 9.89685E-13 | 1.02183E-07 |
| | SUM | 7.39631E-05 | -2.50722E-05 | -4.60556E-07 | -4.49926E-10 | 4.84299E-05 |

●U-6 サンプル反応度

| REGION | GROUP | FISSION | ABSORPTION | SLOWING-DOWN | LEAKAGE | GRP. TOTAL |
|--------|-------|-------------|--------------|--------------|--------------|-------------|
| | 1 | 2.22770E-07 | -6.48583E-08 | -3.23372E-08 | -6.71866E-11 | 1.25507E-07 |
| | 2 | 6.60050E-07 | -2.49079E-07 | -9.67739E-08 | -1.56656E-10 | 3.14041E-07 |
| | 3 | 1.59771E-06 | -6.54790E-07 | -2.17293E-07 | -2.49169E-10 | 7.25377E-07 |
| | 4 | 2.24764E-06 | -9.21702E-07 | -2.06739E-07 | -2.17737E-10 | 1.11898E-06 |
| | 5 | 2.43870E-06 | -9.27387E-07 | -6.20913E-08 | -6.30419E-11 | 1.44916E-06 |
| | 6 | 6.09010E-06 | -2.39399E-06 | -1.03475E-07 | -7.99802E-11 | 3.59256E-06 |
| | 7 | 7.99425E-06 | -3.15981E-06 | -9.96362E-08 | 8.17556E-12 | 4.73481E-06 |
| | 8 | 1.00284E-05 | -4.00703E-06 | -6.37298E-08 | 5.22616E-11 | 5.95768E-06 |
| | 9 | 1.01432E-05 | -3.94818E-06 | -1.55566E-08 | 6.81823E-11 | 6.17950E-06 |
| | 10 | 9.37229E-06 | -3.52749E-06 | -1.99678E-10 | 6.27256E-11 | 5.84467E-06 |
| | 11 | 7.62490E-06 | -2.82823E-06 | 4.08064E-09 | 4.04429E-11 | 4.80080E-06 |
| | 12 | 5.40942E-06 | -2.11623E-06 | 3.04992E-09 | 1.67426E-11 | 3.29626E-06 |
| | 13 | 2.82841E-06 | -1.15718E-06 | 1.21350E-09 | 3.94995E-12 | 1.67245E-06 |
| | 14 | 7.05901E-06 | -3.07301E-06 | 4.34342E-09 | 2.22005E-11 | 3.99036E-06 |
| | 15 | 4.64270E-06 | -2.23047E-06 | 1.19902E-09 | 1.43705E-11 | 2.41344E-06 |
| | 16 | 1.92304E-06 | -9.88072E-07 | 6.90773E-10 | 4.16307E-12 | 9.35659E-07 |
| | 17 | 6.58771E-07 | -4.18045E-07 | 6.68721E-10 | 2.18727E-12 | 2.41396E-07 |
| | 18 | 2.05137E-07 | -1.47927E-07 | 0.00000E+00 | 1.24107E-12 | 5.72112E-08 |
| | SUM | 8.11465E-05 | -3.28135E-05 | -8.82586E-07 | -5.37127E-10 | 4.74499E-05 |

●DU-6 サンプル反応度

| REGION | GROUP | FISSION | ABSORPTION | SLOWING-DOWN | LEAKAGE | GRP. TOTAL |
|--------|-------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | 1 | 1.32923E-07 | -2.71251E-08 | -4.25086E-08 | -6.75319E-11 | 6.32219E-08 |
| | 2 | 3.35890E-07 | -1.29952E-07 | -1.10553E-07 | -1.55459E-10 | 9.52299E-08 |
| | 3 | 7.05343E-07 | -2.99968E-07 | -3.11178E-07 | -2.50073E-10 | 9.39464E-08 |
| | 4 | 7.78390E-07 | -3.39003E-07 | -3.21591E-07 | -2.23139E-10 | 1.17574E-07 |
| | 5 | 6.95783E-08 | -1.06301E-07 | -1.13499E-07 | -6.36395E-11 | -1.50285E-07 |
| | 6 | 2.03011E-08 | -2.29645E-07 | -5.34121E-08 | -7.90429E-10 | -2.62835E-07 |
| | 7 | 1.90154E-08 | -2.70240E-07 | -5.83319E-08 | 8.03943E-12 | -3.09548E-07 |
| | 8 | 2.32594E-08 | -3.59870E-07 | -6.44943E-08 | 5.12207E-11 | -4.01053E-07 |
| | 9 | 2.35553E-08 | -4.91324E-07 | -2.67988E-08 | 6.33306E-11 | -4.94504E-07 |
| | 10 | 2.17908E-08 | -5.70997E-07 | -3.25602E-10 | 5.44929E-11 | -5.49477E-07 |
| | 11 | 1.79215E-08 | -4.78216E-07 | 4.11951E-09 | 3.30287E-11 | -4.56142E-07 |
| | 12 | 1.27785E-08 | -3.16841E-07 | 3.75313E-09 | 1.32984E-11 | -3.00296E-07 |
| | 13 | 6.79270E-09 | -1.36119E-07 | 1.28682E-09 | 2.99004E-12 | -1.28037E-07 |
| | 14 | 1.84781E-08 | -2.81769E-07 | 4.59068E-09 | 1.34404E-11 | -2.58687E-07 |
| | 15 | 1.30182E-08 | -1.86177E-07 | 9.58200E-10 | 7.11734E-12 | -1.72193E-07 |
| | 16 | 5.70531E-09 | -5.94797E-08 | 7.62779E-10 | 2.01489E-12 | -5.30096E-08 |
| | 17 | 2.14189E-09 | -3.34044E-08 | 4.76143E-10 | 1.02503E-12 | -3.07853E-08 |
| | 18 | 7.59660E-10 | -1.11272E-08 | 0.00000E+00 | 3.92100E-13 | -1.03672E-08 |
| | SUM | 2.20764E-06 | -4.32756E-06 | -1.08674E-06 | -5.88494E-10 | -3.20725E-06 |

表4.7 サンプル領域のみの主要核種の感度係数

| E.G. | B-1サンプル | PU-30サンプル | | | U-6サンプル | | | DU-6サンプル |
|------|-----------|-------------|-------------|----------|------------|------------|----------|------------|
| | B-10 Cap. | Pu-239 Cap. | Pu-239 Fis. | Sum | U-235 Cap. | U-235 Fis. | Sum | U-238 Cap. |
| 1 | 4.50E-04 | -3.00E-08 | 3.94E-03 | 3.94E-03 | -6.00E-08 | 2.86E-03 | 2.86E-03 | 9.87E-05 |
| 2 | 2.14E-03 | -5.64E-06 | 1.40E-02 | 1.40E-02 | -1.07E-05 | 8.62E-03 | 8.61E-03 | 7.45E-04 |
| 3 | 4.35E-03 | -1.00E-04 | 3.31E-02 | 3.30E-02 | -2.18E-04 | 2.03E-02 | 2.01E-02 | 3.77E-03 |
| 4 | 8.49E-03 | -3.31E-04 | 4.75E-02 | 4.71E-02 | -8.48E-04 | 2.91E-02 | 2.82E-02 | 1.18E-02 |
| 5 | 5.34E-03 | -6.25E-04 | 5.21E-02 | 5.15E-02 | -1.52E-03 | 3.42E-02 | 3.26E-02 | 2.86E-02 |
| 6 | 3.07E-02 | -3.16E-03 | 1.24E-01 | 1.21E-01 | -6.16E-03 | 8.59E-02 | 7.97E-02 | 7.75E-02 |
| 7 | 6.30E-02 | -6.50E-03 | 1.42E-01 | 1.35E-01 | -1.17E-02 | 1.17E-01 | 1.05E-01 | 9.28E-02 |
| 8 | 9.97E-02 | -9.27E-03 | 1.55E-01 | 1.46E-01 | -1.95E-02 | 1.50E-01 | 1.31E-01 | 1.22E-01 |
| 9 | 1.11E-01 | -1.04E-02 | 1.45E-01 | 1.34E-01 | -2.12E-02 | 1.56E-01 | 1.35E-01 | 1.66E-01 |
| 10 | 1.17E-01 | -1.21E-02 | 1.22E-01 | 1.09E-01 | -1.95E-02 | 1.47E-01 | 1.27E-01 | 1.90E-01 |
| 11 | 1.11E-01 | -1.22E-02 | 8.55E-02 | 7.33E-02 | -1.50E-02 | 1.19E-01 | 1.04E-01 | 1.54E-01 |
| 12 | 9.04E-02 | -1.16E-02 | 5.52E-02 | 4.36E-02 | -1.15E-02 | 8.25E-02 | 7.10E-02 | 9.79E-02 |
| 13 | 5.00E-02 | -7.02E-03 | 2.53E-02 | 1.83E-02 | -5.76E-03 | 4.06E-02 | 3.48E-02 | 4.02E-02 |
| 14 | 1.37E-01 | -1.45E-02 | 5.69E-02 | 4.24E-02 | -1.58E-02 | 9.63E-02 | 8.05E-02 | 6.92E-02 |
| 15 | 9.59E-02 | -8.16E-03 | 3.40E-02 | 2.58E-02 | -1.03E-02 | 5.50E-02 | 4.47E-02 | 3.94E-02 |
| 16 | 4.10E-02 | -3.33E-03 | 1.16E-02 | 8.22E-03 | -3.81E-03 | 1.83E-02 | 1.45E-02 | 1.07E-02 |
| 17 | 1.46E-02 | -7.36E-04 | 2.88E-03 | 2.15E-03 | -1.51E-03 | 4.28E-03 | 2.77E-03 | 4.70E-03 |
| 18 | 4.52E-03 | -1.81E-04 | 8.75E-04 | 6.94E-04 | -3.33E-04 | 7.40E-04 | 4.07E-04 | 1.04E-03 |

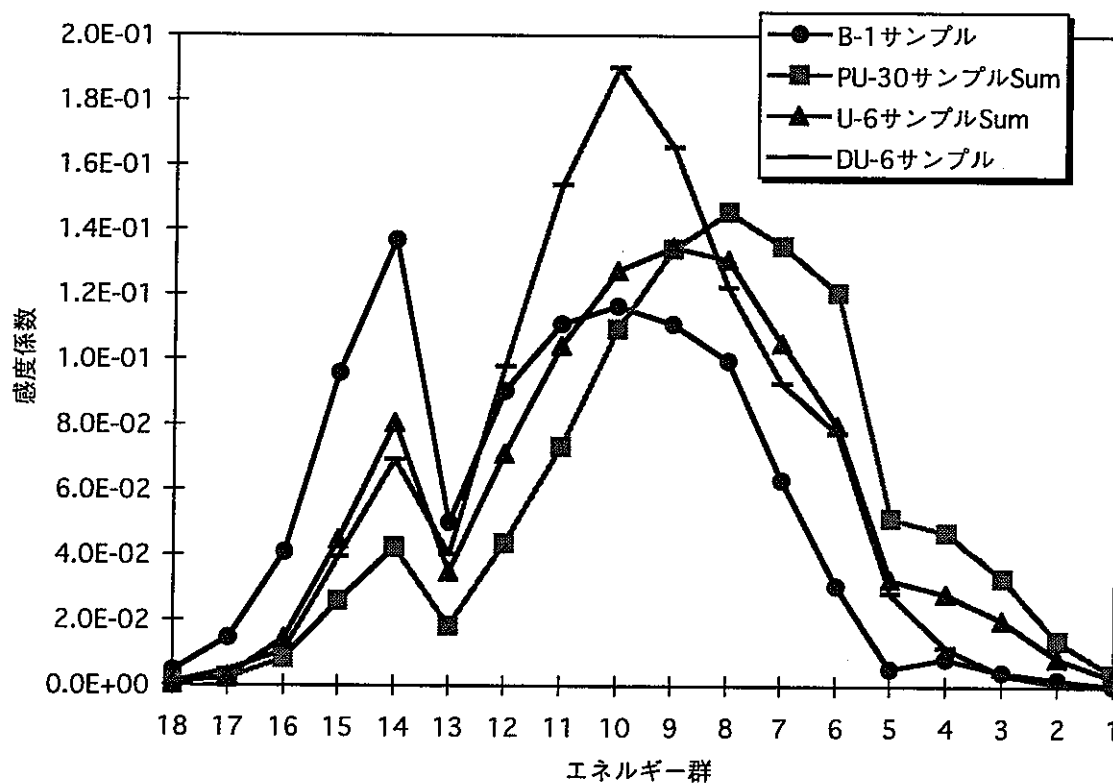


表4.8 ZPPR-9炉心の各領域平均サンプル反応度C/E値まとめ

| サンプル名 | 主要核種 | ライブラリー | 内側炉心部 | 外側炉心部 | 径ブランケット部 |
|-------|---------------|------------------|---------------|---------------|---------------|
| SS-1 | SUS304(100%) | JFS-3-J2(補正無し) | 1.111 ± 0.075 | 1.504 ± 0.332 | - |
| | | JFS-3-J2(補正有り) | - | - | - |
| | | JFS-3-J3.2(補正無し) | 1.103 ± 0.074 | | |
| | | JFS-3-J3.2(補正有り) | 1.099 ± 0.076 | | |
| DU-6 | U238(99.78%) | JFS-3-J2(補正無し) | 0.996 ± 0.030 | 1.190 ± 0.142 | - |
| | | JFS-3-J2(補正有り) | - | - | - |
| | | JFS-3-J3.2(補正無し) | 1.030 ± 0.032 | | |
| | | JFS-3-J3.2(補正有り) | 1.023 ± 0.033 | | |
| PU-30 | Pu239(98.93%) | JFS-3-J2(補正無し) | 1.033 ± 0.013 | 1.045 ± 0.032 | 0.778 ± 0.098 |
| | | JFS-3-J2(補正有り) | - | - | - |
| | | JFS-3-J3.2(補正無し) | 1.057 ± 0.004 | 1.033 ± 0.033 | 0.800 ± 0.097 |
| | | JFS-3-J3.2(補正有り) | 1.048 ± 0.012 | 1.068 ± 0.034 | 0.810 ± 0.093 |
| U-6 | U235(93.19%) | JFS-3-J2(補正無し) | 1.066 ± 0.014 | 1.066 ± 0.034 | 0.868 ± 0.077 |
| | | JFS-3-J2(補正有り) | - | - | - |
| | | JFS-3-J3.2(補正無し) | 1.063 ± 0.005 | 1.034 ± 0.035 | 0.866 ± 0.076 |
| | | JFS-3-J3.2(補正有り) | 1.054 ± 0.014 | 1.070 ± 0.036 | 0.878 ± 0.074 |
| B-1 | B10(92.85%) | JFS-3-J2(補正無し) | 0.922 ± 0.015 | 0.976 ± 0.011 | 0.814 ± 0.076 |
| | | JFS-3-J2(補正有り) | 0.909 ± 0.033 | 1.019 ± 0.010 | 0.918 ± 0.026 |
| | | JFS-3-J3.2(補正無し) | 0.963 ± 0.009 | 0.987 ± 0.009 | 0.851 ± 0.042 |
| | | JFS-3-J3.2(補正有り) | 0.953 ± 0.020 | 1.021 ± 0.008 | 0.898 ± 0.056 |

(注1) 太枠内は、JENDL-3.2の領域平均最終C/E値。

(注2) ±の後ろの値は、標準偏差である。

(注3) 黒い部分は、標準偏差が大きいため、除外した。

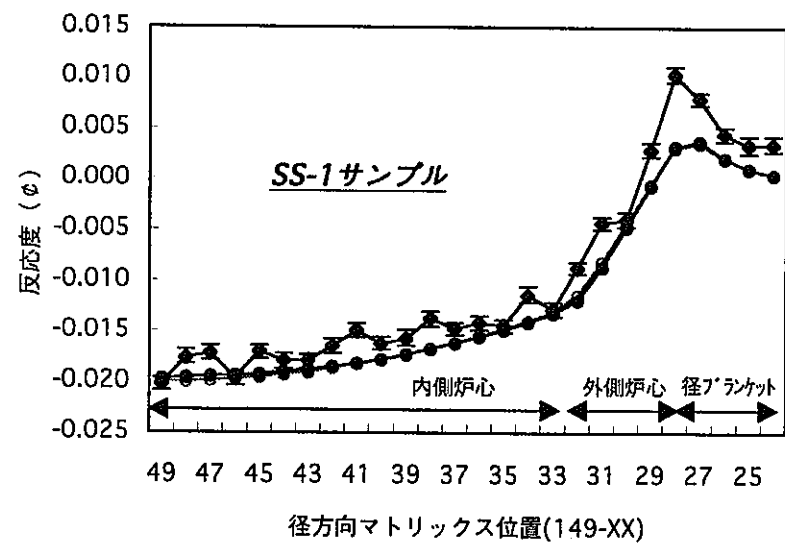
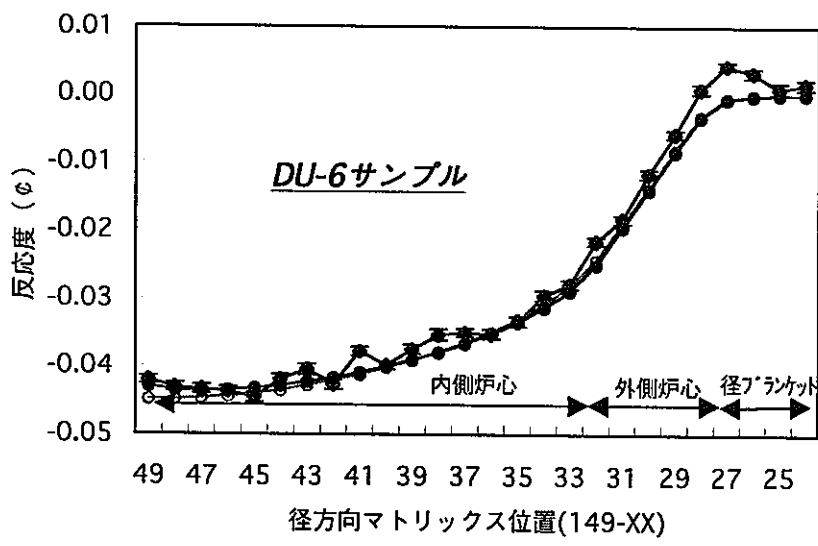
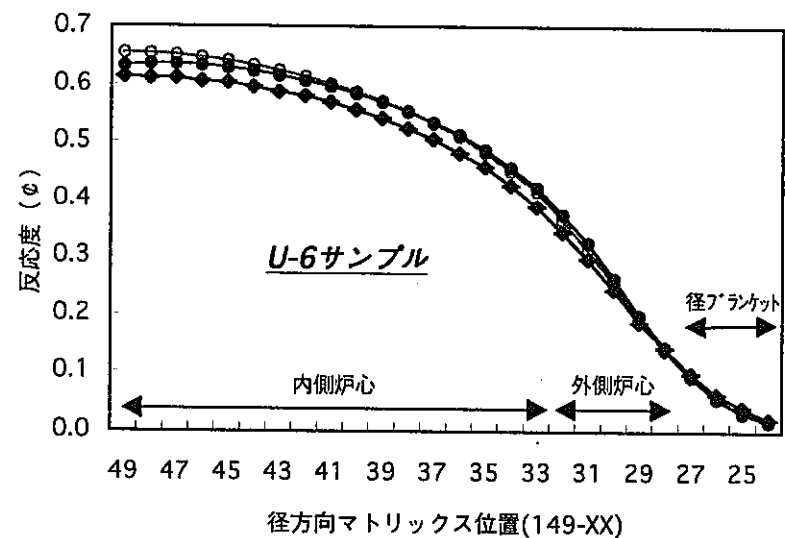
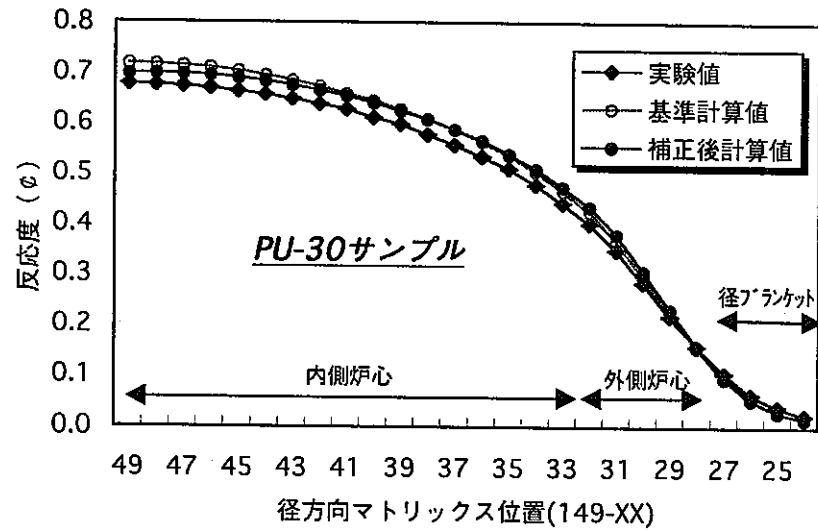


図4.1 各サンプル反応度の実験値と計算値(1/2)

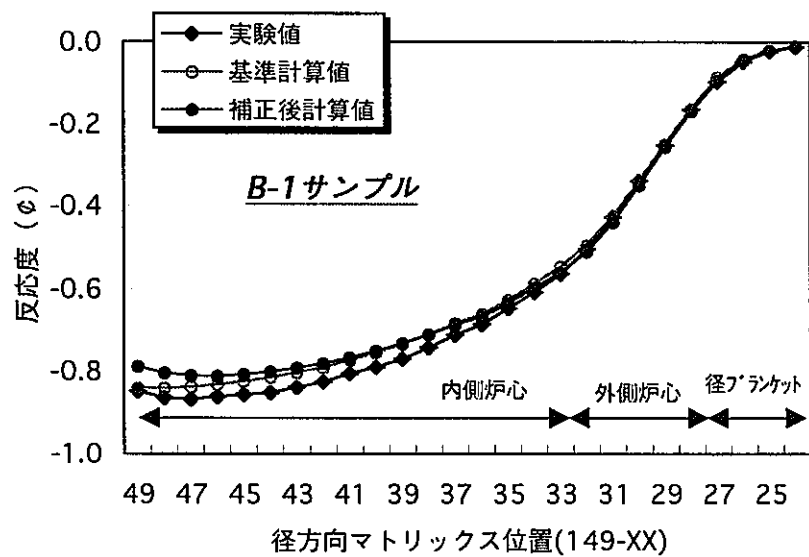


図4.1 各サンプル反応度の実験値と計算値(2/2)

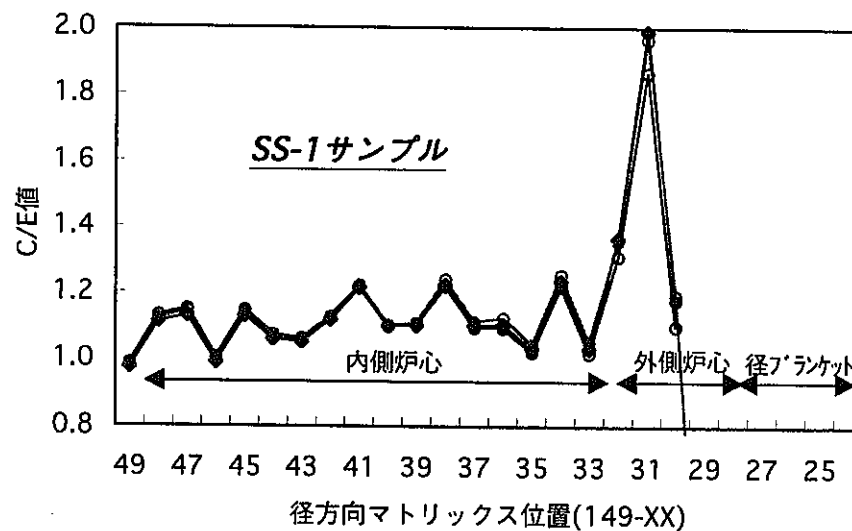
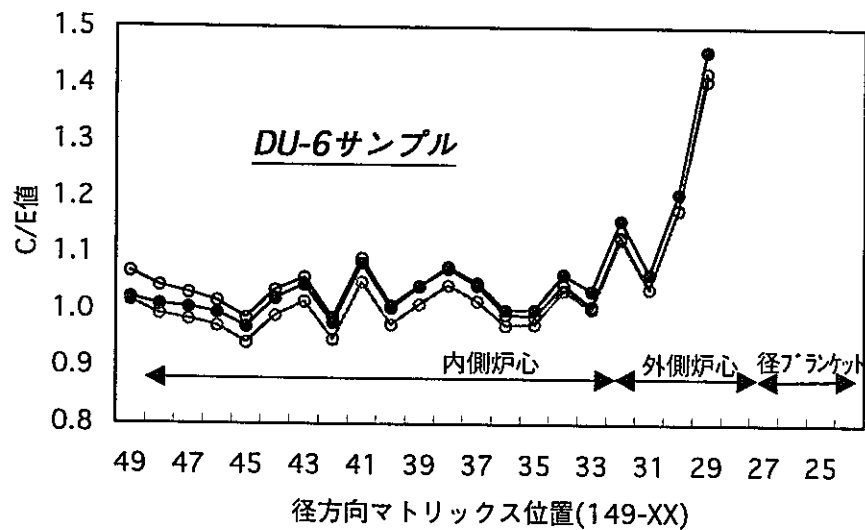
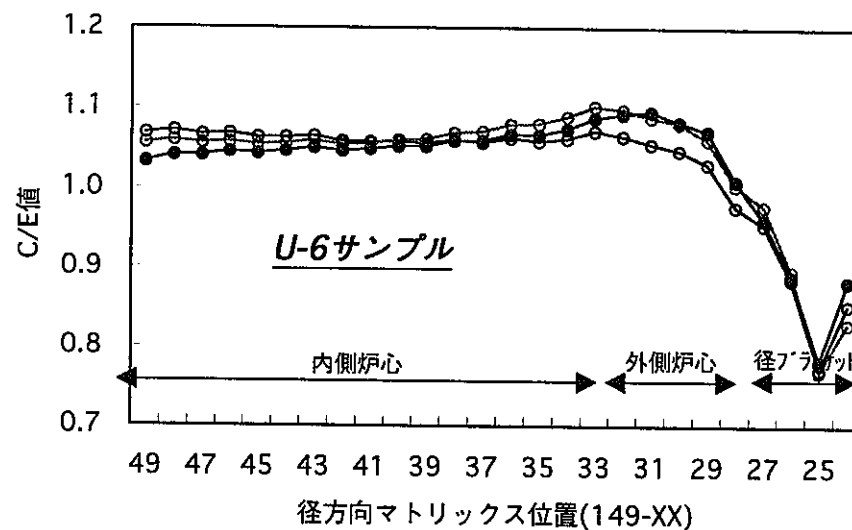
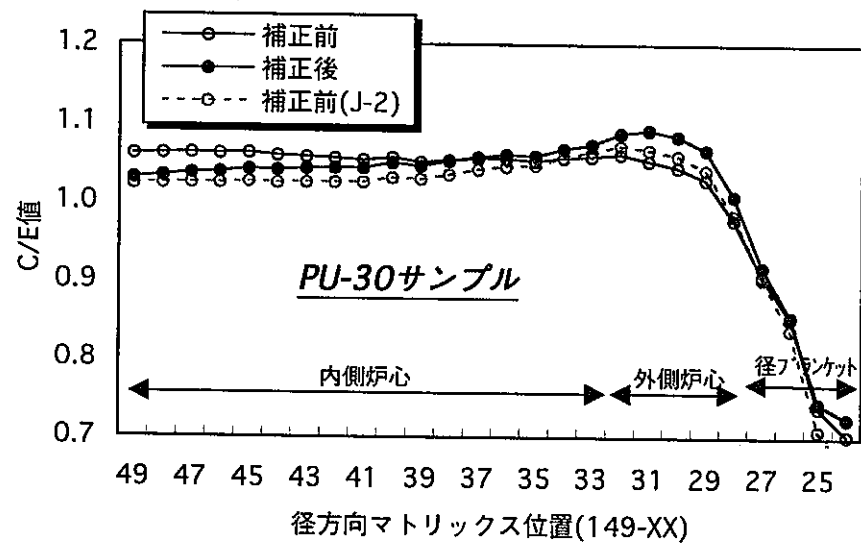


図4.2 各サンプル反応度のC/E値(1/2)

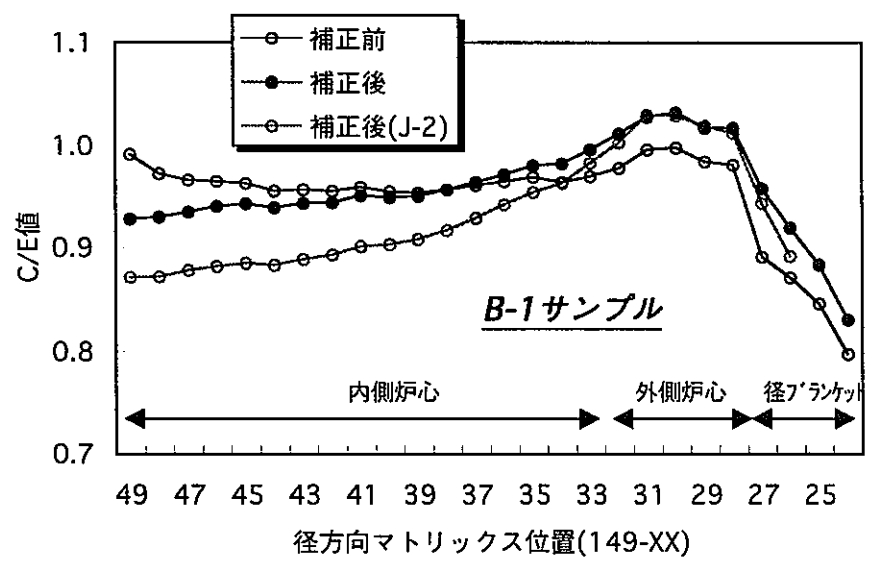


図4.2 各サンプル反応度のC/E値(2/2)

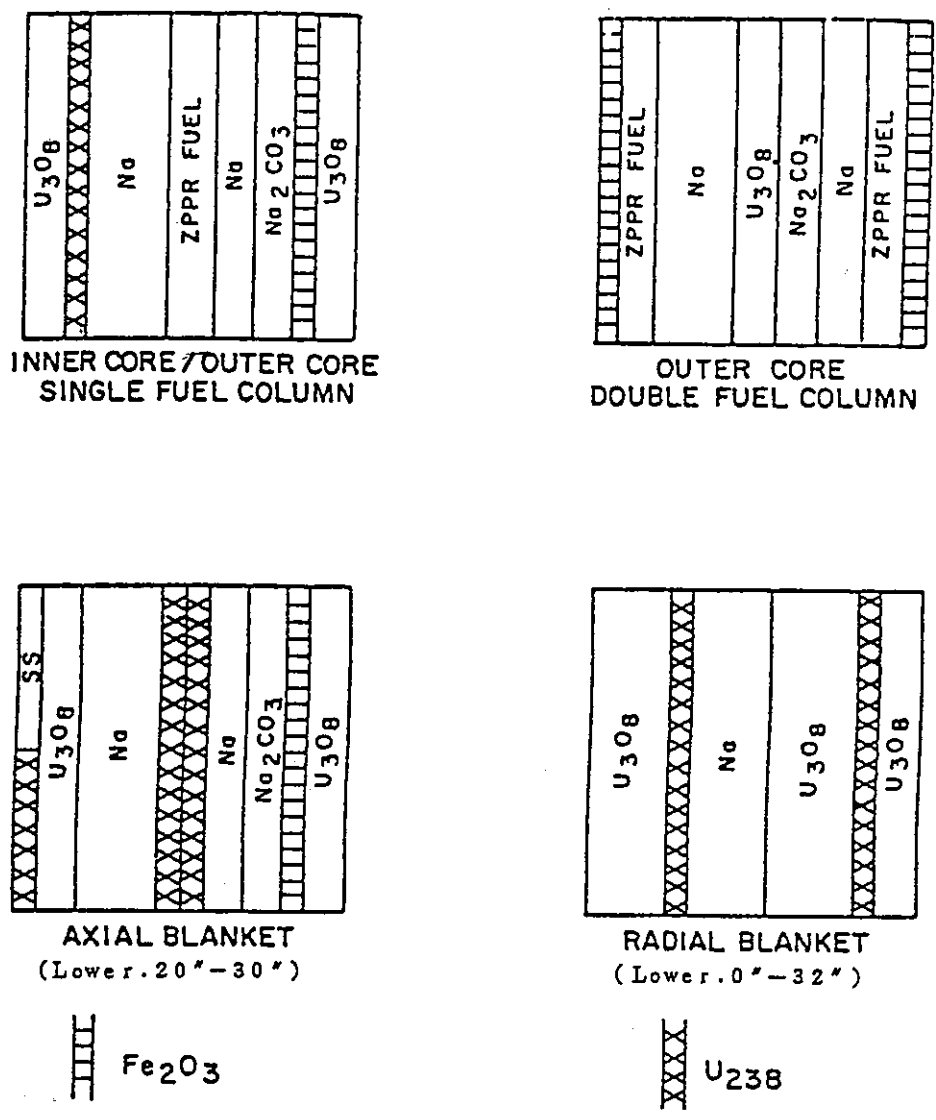


図 4.3 JUPITER-I 実験の基本セルパターン

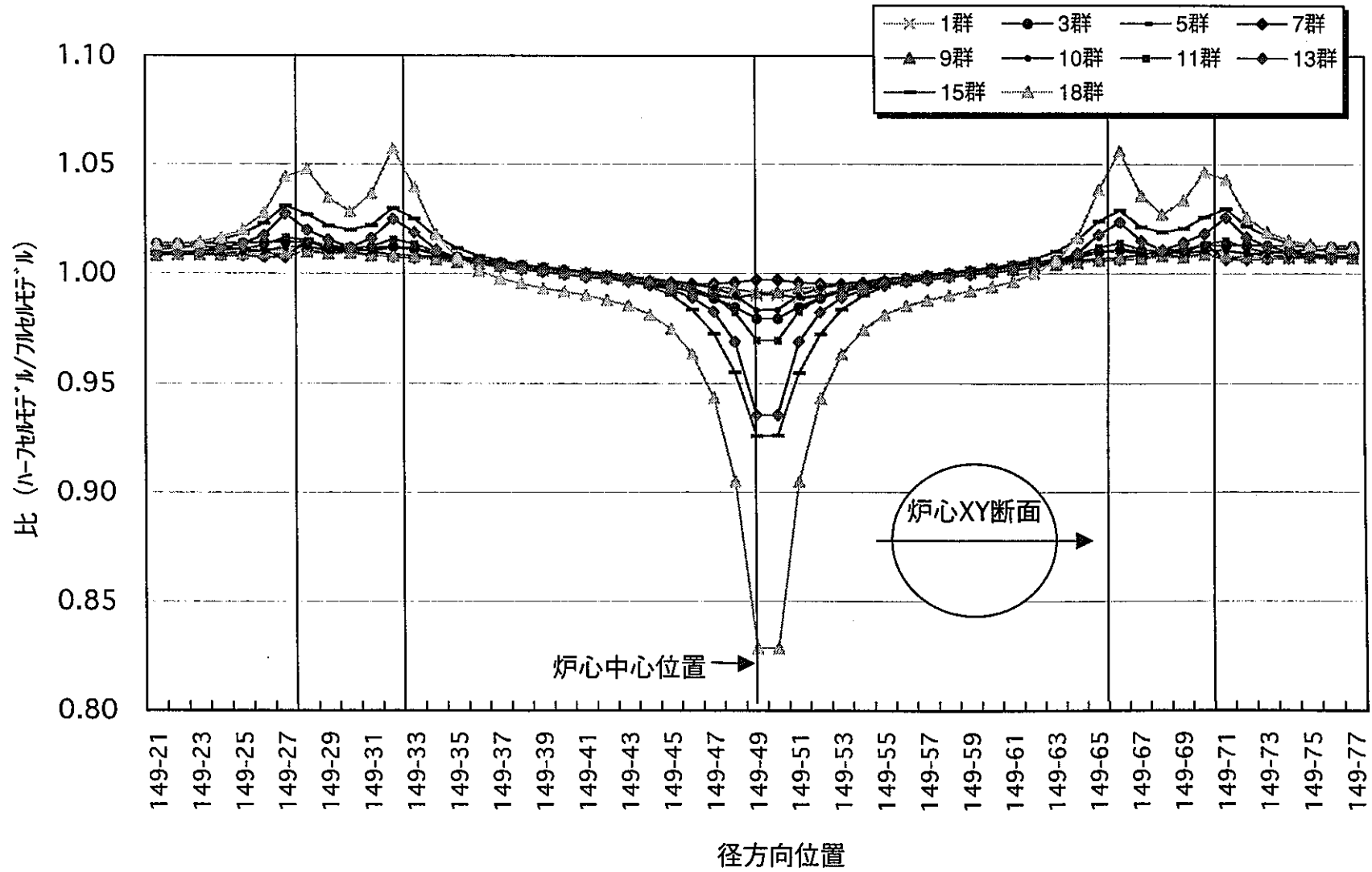


図4.4 炉心中心面におけるハーフセルフルとフルセルフルの中性子束分布分布比

第5章 炉定数調整への影響

炉定数調整の目標は、より多くの、そしてより多様性のある臨界実験・解析結果の情報をとりいれて、精度の高い炉定数を作成し、実機の設計精度の確保に寄与することにある。この章では、従来の炉定数調整には加えられていなかった微少サンプル反応度の解析結果を反映させ、それに対する影響を調査した。ここでは、JENDL-3.2に基づくJUPITER 実験・解析の185核特性による統合炉定数 ADJ98 (Ref.9) を基準とした。

5. 1 炉定数調整計算のためのサンプル反応度情報

炉定数調整計算に追加した微少サンプル反応度のサンプルは、主な組成が Pu-239 (PU-30 サンプル)、U-235 (U-6)、B-10 (B-1)、U-238 (DU-6)、SUS304 (SS-1) の5種類である。以下に、炉定数調整解析に必要な情報とその評価結果を示す。

5. 1. 1 サンプルの種類と位置の選定

- (1) PU-30：解析対象サンプル中では比較的反応度が大きく、最終 C/E 値も内外炉心部で 1.0~1.1 の間におさまっているため、炉定数調整用のデータとして選定する。ただし、径ブランケット部の C/E 値は、反応度の大きさが小さくなり、急激に悪化しているため省いた。
- (2) U-6：PU-30 と同じ理由により選定するが、径ブランケット部の結果は省く。
- (3) B-1：PU-30 と同じ理由により選定するが、径ブランケット部の結果は省く。最終 C/E 値は、内外炉心部で 0.93~1.03 の間におさまっている。このサンプルの C/E 値は、非対称セル補正係数により、炉心中心から外側炉心部に向かって大きくなる傾向を示している。
- (4) DU-6：反応度が小さい。C/E 値は、内側炉心部で 0.95~1.0 であるが、外側炉心部は、反応度が 0 近傍になるため悪化する。従って、このサンプルは、反応度が小さいことによる実験・解析精度の問題がある可能性があるが、内側炉心部のみを選定する。因みに、解析精度は、一次摂動法なので、反応度が小さくても問題ないと考えられる。
- (5) SS-1：反応度が小さい。C/E 値は、内側炉心部で 1.0~1.2 であるが、外側炉心部で負の反応度から正の反応度に変化するため、極端に悪化している。従って、これも、DU-6 サンプル同様、内側炉心部のみを選定する。

上記の理由により、各サンプルを炉定数調整計算に採用するが、サンプル位置を燃料領域（一部外側燃料領域を省く）に限定する。

5. 1. 2 実験誤差

実験誤差は、以下の2つのケースについて炉定数調整を行った。

- (1)文献をもとに誤差を見積もったケース

日本原子力学会誌 (Vol.31 No.121 1989 p20) と 84 年の JUPITER 解析会議での ANL 資料から系統誤差を 2% (温度、サンプル位置、密着面) とし、さらに ANL が評価した各対象位置におけるランダム誤差 (検出器信号のゆらぎ) と考えられる量(Ref.12)を加算したものを全実験誤差とした。

(2) 誤差を大きく見積もったケース

富士電機が受託研究で 1980 年報告書にまとめた内容を引用した。これから、振動法による反応度換算誤差 1%、統計的な計測誤差 4%を用いて、実験誤差を 5%に設定した。さらに、SS-1 サンプルと DU-6 サンプルは、反応度の絶対値が小さく、実験結果に大きなばらつきがあるため、10%の誤差を設定した。

5. 1. 3 解析誤差

従来の統合炉定数における設定の考え方にならって各種補正係数の 50%を解析誤差とした。内側炉心中心、内側炉心外端、外側炉心中央の各実験解析位置の誤差は、平均処理など行わず、それぞれの位置の誤差を使用した。また、今回の解析誤差は、2 つの特徴がある。一つは、実効断面積作成方法の違いによる効果を加えたことであり、もう一つは、今までの炉定数調整計算の反応度核特性において、輸送・メッシュ効果として定義していた誤差を各々輸送効果とメッシュ効果に分離して誤差を評価したことである。

- (1) 実効断面積作成方法の違いによる誤差は、標準実効定数の作成方法の違いと、サンプル実効定数作成方法の違いの 2 種類を考えた。標準実効定数の作成法による誤差には、燃料セルおよび非燃料セルの実効断面積を作成するとき、非均質モデルと均質モデルの差を誤差に取り入れた。また、サンプル実効定数の作成法による誤差には、Isolated Lump モデルと均質モデルの差を誤差に取り入れた。これら両誤差を加算して実効断面積の作成方法の違いによる誤差とした。
- (2) 輸送効果およびメッシュ効果による誤差は、輸送効果とメッシュ効果を分離して算出して各々の誤差を設定した。今回の評価で用いた輸送効果とメッシュ効果の算出方法を以下に示す。

輸送効果：

輸送摂動計算による反応度は、SNPERT3D により 18 群、S4 で各サンプル反応度を求めた。等方拡散による摂動計算は、基準メッシュと倍メッシュによる反応度を算出し、無限メッシュへ外挿して反応度を求めた。上記両結果の比を輸送効果とした。

メッシュ効果：

異方性拡散係数を使用して、基準メッシュと倍メッシュで反応度を算出し、両者の結果から、無限メッシュへ外挿した反応度を求める。外挿方法は、JUPITER の臨界性の手法と同じで、基準メッシュ数に対する比率の 2 乗の逆数に比例する考えを取り入れている。メッシュ効果は、この無限メッシュ外挿反応度と基準メッシュ反応度の比とした。尚、この効果を求める時に使用した反応度は、サンプルの主要な核種が摂動領域中

に 10^{24} 個の原子が含まれている場合のもの（摂動計算コード PERKY の反応度価値空間分布オプションにより求められる）である。

5. 1. 4 C/E 値

各サンプル反応度は、反応率分布と同様に、炉心中心から径方向にトラバースして測定が行われている。炉定数調整では、そのうちの代表点を選定し、その位置での C/E 値を採用する。代表点は、内側炉心中心、内側炉心外端、外側炉心中央の 3 点とする。C/E 値は、反応率分布同様に、各位置の C/E 値を最小自乗法によりフィッティングし、その関数から 3 つの位置の C/E 値を決定する。表 5.1 には、各サンプルの C/E 値、実験誤差、解析誤差等の情報をまとめた。尚、表中の C/E 値のフィッティング関数式の x は、基準点を x 軸のマトリックス位置 149-49 とし、マトリックス位置が一つ変わると、1 加算される量になっている。

5. 2 炉定数調整の条件

- ・対象核特性数：198（185 核特性+ZPPR-9 炉心微少サンプル反応度 13 核特性）
- ・断面積調整核種・反応（41 種類）
 - 核種（13 核種）：U-235、U-238、Pu-239、Pu-240、Pu-241、C-12、O-16、Na-23、Fe、Cr、Ni、B-10、B-11（B は、新規追加核種）
 - 反応：弾性散乱断面積、非弾性散乱断面積、核分裂断面積、捕獲断面積、核分裂あたりの放出中性子数 (ν)、核分裂スペクトル、平均散乱角余弦 (μ)、遅発中性子割合 β
- ・断面積共分散データ：JENDL-3.1 ベースの'95 年 10 月版
+ (U-238 Inelastic : JENDL-3.2) + (B-10、B11 追加)
- ・断面積エネルギー群：18
- ・感度係数：JENDL-3.2 ベース
- ・散乱マトリックス断面積：調整しない
- ・制御棒価値：C/E 値・感度係数は絶対値で適用
- ・Na ボイド反応度 C/E 値：2 成分補正による結果を使用
- ・反応率分布および反応率比：フォイルベースの計算結果を使用
- ・微少サンプル反応度核特性の実験・解析誤差相関：考慮しない
- ・実験誤差：実験誤差は、ANL 評価値をベースにしている。
- ・解析誤差：JUPITER 炉心における解析値の誤差は、各種補正係数の 50% として評価している。
- ・実験・解析誤差相関：JENDL-3.2 ベース統合炉定数 JFS-3-J3.2(ADJ98) と同じものを設定した。また、ZPPR-9 サンプルワースは、JUPITER 炉心および ZPPR-9 炉心の他核特性、何れとも相関を付けていない。

5. 3 炉定数調整の結果

計算結果として本報告書に載せるものは、ADJ98 の炉定数調整結果を使用した場合の微少サンプル反応度の影響（炉定数調整計算コード ABLE のステップ 2 機能）と実験誤差を上述した 2 ケースを設定した場合の合計 3 ケースの結果である。以下は、ADJ98 のステップ 2 のケースを ADJ98 (Step2)、198 核特性による調整計算ケース（文献による実験誤差）を R185+Z9SW、198 核特性による調整計算ケース（実験誤差大）を R185+Z9SW(BIG)と記す。さらに、比較用とし ADJ98 の炉定数調整による結果も併せて示すが、それを ADJ98 と記す。

(1) ADJ98 の炉定数調整を使用した場合の微少サンプル反応度

表 5.2 は、ZPPR-9 サンプルワースの調整前後 C/E 値と断面積誤差に起因する核特性誤差の結果である。この表から、ADJ98 (Step2) ケースは、サンプルワースの C/E 値を約 3~5% (B-1 サンプルワースを除く)、サンプルワースの断面積誤差に起因する核特性誤差を約 2~5%改善することがわかる。各サンプルワースの C/E 値の改善に大きく寄与した核種は、図 5.1 に示すように、炉心内に多く含まれる Pu-239 と U-238 である。

一方、C/E 値が悪化した B-1 サンプル反応度は、炉心中心の C/E 値が炉定数調整を施しても約 0.9 で変化がなく、外側炉心部の C/E 値は 4%悪化した。また、調整後 C/E 値は、誤差範囲 (1σ) を超過している。この原因としては、B-1 サンプルで感度が大きい硼素核種を ADJ98 では調整対象核種に含めていないことが原因であると考えられる。

(2) サンプル反応度を含めた 198 核特性による炉定数調整計算（実験誤差は文献から見積もった R185+Z9SW の場合）

調整後 C/E 値を表 5.3 および図 5.2 に示す。各サンプル反応度の調整後 C/E 値は、B-1 サンプル反応度の内側炉心中心以外は、全て 1σ の誤差内におさまった。B-1 サンプルは、内側炉心中心の調整後 C/E 値が誤差範囲を越えているが、前述した ADJ98 ケースと違い、C/E 値が 1.0 に近づき、調整前 C/E 値より改善された。B-1 サンプル反応度の C/E 値が ADJ98 ケースの場合より約 3%程度改善された理由は、図 5.3 に示した結果から、Pu-239 捕獲反応と U-238 捕獲反応が影響しているが、特に ADJ98 ケースでは調整に B-1 核種が含まれていなかったことの影響が大きかったためと言える。これは、B-1 サンプル反応度において、B-10 捕獲反応に大きな感度があるためである。表 5.4 と図 5.5 には、炉心中心の B-1 サンプル反応度に対する感度係数を示す。

また、サンプル反応度以外の JUPITER185 核特性の C/E 値は、ADJ98 調整結果と比較して以下のような結果が得られた。比較結果を図 5.6~図 5.18 を示す。

臨界性：

各ケースの調整後 C/E 値は、図 5.6 に示すように各炉心で同程度である。図 5.7 には、ZPPR-9 臨界性に対する調整前後 C/E 値の差の寄与を核種・反応毎に示した。この図から、ADJ98 ケースと R185+Z9SW ケースの C/E 値調整前後の変化量に寄与したものは、

Pu-239 の核分裂反応、捕獲反応、核分裂スペクトル、U-238 捕獲反応、非弾性散乱反応であり、両調整計算で大きく寄与するものが同じであることがわかる。

Na ボイド反応度：

R185+Z9SW ケースの調整後 C/E 値は、図 5.8 に示すように各炉心で ADJ98 に比べやや小さくなり、最大 3% 程度の差がみられる。図 5.9 には、ZPPR-9 Na ボイド反応度 (97 ドロワー±8 インチ) ケースについて、調整前後 C/E 値の差の寄与を核種・反応毎に示した。この図から、両者の比較で差が大きい核種・反応は、Pu-239 の捕獲反応、U-238 捕獲反応の他に、Na 非弾性散乱反応および Pu-239、U-238 の遅発中性子率であることが分かる。

制御棒反応度：

各ケースの調整後 C/E 値は、図 5.10 よりほとんど差がみられない。図 5.11 は、ZPPR-9 炉心の炉心中心ペアロッド 1 について、調整前後の差の寄与を核種・反応毎に示したものである。ADJ98 ケースと R185+Z9SW ケースの寄与量の差は、Pu-239 と U-238 の遅発中性子率、Pu-239、U-238 捕獲反応が大きい。また、R185+Z9SW ケースの調整対象核種として追加した B-10 の捕獲反応の寄与量が比較的大きい。

反応率分布と反応率比：

反応率分布の ADJ98 ケースと R185+Z9SW ケースの調整後 C/E 値の差は、図 5.12～5.15 より、ZPPR-10B 炉心の一部核特性で最大 1% 程度と反応率分布中では大きな差になったが、それ以外でほとんど差がみられなかった。また、反応率比の結果を図 5.16～5.18 に示すが、ほとんど差は見られない。

断面積調整量：

図 5.19(1)～図 5.19(7)は、ADJ98 と R185+Z9SW ケースの調整前後の断面積変化量を示す。ADJ98 で調整対象に含めていなかった B-10 の捕獲断面積は、R185+Z9SW ケースの 8 群～10 群で+4% の変化がみられた。硼素の捕獲断面積のこの領域の断面積誤差は 5% であり、誤差を越えない範囲ではあるがかなり大きな調整量となった。

(3) サンプル反応度を含めた 198 核特性による炉定数調整計算 (実験誤差を大きく見積もった場合)

R185+Z9SW(BIG)ケースの調整後 C/E 値を表 5.5 に示す。各サンプル反応度の調整後 C/E 値は、全て誤差内におさまった。調整後 C/E 値および断面積変動幅は、上記で示した図中に併記して示されている。

(4) 調整対象核種に硼素 (B) を含めた場合と含めない場合の比較

R185+Z9SW ケースで、調整対象核種に硼素 (B) を含めた場合と含めない場合の主要な断面積調整量の比較結果を図 5.20 に示す。また、調整後 C/E の比較結果を表 5.6

に示す。核種・反応の断面積調整量は、炉心内の主な構成要素である U-238 や Pu-239 で差がみられる。一方、調整後 C/E 値の差は、核特性毎の誤差を考慮すれば、ほとんど差が見られない。このことより、硼素を調整対象核種に含めない場合は、硼素で調整されるべきところを、他の核種・反応によって調整していることがわかる。

表5.1 炉定数調整計算のためのZPPR-9サンプル反応度のC/E値、実験誤差、解析誤差情報

| サンプル | 主要核種 | 位置 (マトリックス位置) | C/E値 フィッティング関数 ^(*) | C/E値 | 実験誤差 (%) ^(*) | 解析誤差(%) ^(*) | | | | | |
|-------|---------------|------------------|----------------------------------|-------|----------------------------|------------------------|--------|-------|-----|------|-----|
| | | | | | | 標準定数 | サンプル定数 | 非対称セル | 輸送 | メッシュ | 合計 |
| SS-1 | SUS304 : 100% | 内側炉心中心 (149-49) | 0.0043X+1.0602 | 1.060 | 4 (10) | 1.0 | 0.0 | 0.5 | 1 | 0.5 | 1.6 |
| | | 内側炉心外端 (149-33) | | 1.129 | 5 (10) | 0.0 | 0.0 | 1 | 0 | 0 | 1.0 |
| DU-6 | U-238 : 100% | 内側炉心中心 (149-49) | 0.0024X+1.0009 | 1.001 | 2 (10) | 1.5 | 5.5 | 2.5 | 1 | 0.5 | 6.3 |
| | | 内側炉心外端 (149-33) | | 1.039 | 4 (10) | 0.5 | 5.5 | 1 | 0.5 | 0 | 5.6 |
| Pu-30 | Pu-239 : 99% | 内側炉心中心 (149-49) | 0.0027X+1.0244 | 1.024 | 2 (5) | 0.5 | 1.0 | 1 | 1.5 | 0.5 | 2.2 |
| | | 内側炉心外端 (149-33) | | 1.068 | 2 (5) | 1.5 | 1.0 | 1 | 0 | 0 | 2.1 |
| | | 外側炉心中央 (149-30) | | 1.076 | 2 (5) | 2.0 | 0.5 | 1.5 | 1 | 0.5 | 2.8 |
| U-6 | U-235 : 93% | 内側炉心中心 (149-49) | 0.0027X+1.0297 | 1.030 | 2 (5) | 0.0 | 1.0 | 1.5 | 1.5 | 0.5 | 2.4 |
| | | 内側炉心外端 (149-33) | | 1.073 | 2 (5) | 1.0 | 1.0 | 1 | 0 | 0 | 1.7 |
| | | 外側炉心中央 (149-30) | | 1.081 | 2 (5) | 1.5 | 0.5 | 1.5 | 1 | 0.5 | 2.4 |
| B-1 | B10 : 93% | 内側炉心中心 (149-49) | 0.005X+0.911 | 0.911 | 2 (5) | 2.0 | 0.0 | 3 | 1 | 0.5 | 3.8 |
| | | 内側炉心外端 (149-33) | | 0.991 | 2 (5) | 1.0 | 0.0 | 1.5 | 0 | 0 | 1.8 |
| | | 外側炉心中央 (149-30) | | 1.006 | 2 (5) | 0.0 | 0.0 | 1.5 | 1 | 0.5 | 1.9 |

(*1)Xの単位は、マトリックスであり、149-49をゼロとする。

(*2)統計誤差はANL資料 (PNC ZN9410 92-278 p.170~p.174) より、系統誤差は日本原子力学会誌 Vol.31 NO.12(1989) p.20より引用し、両者を加算した。また、カッコ内の値は、実験誤差を大きく見積もって炉定数調整計算を行った時に使用した値。

(*3)各解析誤差は、補正係数の50%を採用している。

表 5.2 JENDL-3.2 ベース統合炉定数 ADJ98 を使用した場合の
ZPPR-9 サンプルワースの調整前後 C/E 値と断面積誤差に起因する核特性誤差
(ABLE ステップ 2)

| NO. | REACTOR CHARACTERISTICS | | C/E VALUE | | STANDARD DEVIATION (%) | | | | |
|-----|-------------------------|---------------------------------|-----------|--------|--------------------------|------|------|------|------|
| | | | BEFORE | AFTER | VE | VM | GMG | GM'G | |
| 1 | ZPPR-9 | SUS-304 SAMPLE REACTIVITY (CC) | 0 | 1.0600 | 1.0258 | 4.00 | 1.60 | 4.94 | 3.05 |
| 2 | ZPPR-9 | SUS-304 SAMPLE REACTIVITY (ICE) | 0 | 1.1290 | 1.0716 | 5.00 | 1.00 | 5.03 | 3.11 |
| 3 | ZPPR-9 | U-238 SAMPLE REACTIVITY (CC) | 0 | 1.0010 | 0.9814 | 2.00 | 6.30 | 6.12 | 2.16 |
| 4 | ZPPR-9 | U-238 SAMPLE REACTIVITY (ICE) | 0 | 1.0390 | 0.9959 | 4.00 | 5.60 | 7.93 | 2.40 |
| 5 | ZPPR-9 | PU-239 SAMPLE REACTIVITY (CC) | 0 | 1.0240 | 1.0171 | 2.00 | 2.20 | 3.37 | 1.63 |
| 6 | ZPPR-9 | PU-239 SAMPLE REACTIVITY (ICE) | 0 | 1.0680 | 1.0404 | 2.00 | 2.10 | 3.37 | 1.74 |
| 7 | ZPPR-9 | PU-239 SAMPLE REACTIVITY (OCM) | 0 | 1.0760 | 1.0429 | 2.00 | 2.80 | 3.72 | 1.79 |
| 8 | ZPPR-9 | U-235 SAMPLE REACTIVITY (CC) | 0 | 1.0300 | 1.0012 | 2.00 | 2.40 | 4.59 | 1.74 |
| 9 | ZPPR-9 | U-235 SAMPLE REACTIVITY (ICE) | 0 | 1.0730 | 1.0226 | 2.00 | 1.70 | 4.63 | 1.83 |
| 10 | ZPPR-9 | U-235 SAMPLE REACTIVITY (OCM) | 0 | 1.0810 | 1.0250 | 2.00 | 2.40 | 4.85 | 1.86 |
| 11 | ZPPR-9 | B-10 SAMPLE REACTIVITY (CC) | 0 | 0.9110 | 0.9064 | 2.00 | 3.80 | 5.12 | 2.14 |
| 12 | ZPPR-9 | B-10 SAMPLE REACTIVITY (ICE) | 0 | 0.9910 | 0.9642 | 2.00 | 1.80 | 4.88 | 2.08 |
| 13 | ZPPR-9 | B-10 SAMPLE REACTIVITY (OCM) | 0 | 1.0060 | 0.9696 | 2.00 | 1.90 | 5.04 | 2.11 |

表 5.3 R185+Z9SW (ADJ98+微小サンプル反応度 13 核特性) による炉定数調整計算の
調整前後 C/E 値と断面積誤差に起因する核特性誤差

| NO. | REACTOR CHARACTERISTICS | | C/E VALUE | | STANDARD DEVIATION (%) | | | | |
|-----|-------------------------|---------------------------------|-----------|--------|--------------------------|------|------|------|------|
| | | | BEFORE | AFTER | VE | VM | GMG | GM'G | |
| 186 | ZPPR-9 | SUS-304 SAMPLE REACTIVITY (CC) | 0 | 1.0600 | 1.0093 | 4.00 | 1.60 | 4.94 | 2.09 |
| 187 | ZPPR-9 | SUS-304 SAMPLE REACTIVITY (ICE) | 0 | 1.1290 | 1.0479 | 5.00 | 1.00 | 5.03 | 2.11 |
| 188 | ZPPR-9 | U-238 SAMPLE REACTIVITY (CC) | 0 | 1.0010 | 0.9845 | 2.00 | 6.30 | 6.12 | 1.57 |
| 189 | ZPPR-9 | U-238 SAMPLE REACTIVITY (ICE) | 0 | 1.0390 | 0.9950 | 4.00 | 5.60 | 7.93 | 1.75 |
| 190 | ZPPR-9 | PU-239 SAMPLE REACTIVITY (CC) | 0 | 1.0240 | 1.0109 | 2.00 | 2.20 | 3.37 | 0.95 |
| 191 | ZPPR-9 | PU-239 SAMPLE REACTIVITY (ICE) | 0 | 1.0680 | 1.0292 | 2.00 | 2.10 | 3.37 | 0.96 |
| 192 | ZPPR-9 | PU-239 SAMPLE REACTIVITY (OCM) | 0 | 1.0760 | 1.0306 | 2.00 | 2.80 | 3.72 | 1.01 |
| 193 | ZPPR-9 | U-235 SAMPLE REACTIVITY (CC) | 0 | 1.0300 | 0.9935 | 2.00 | 2.40 | 4.59 | 1.02 |
| 194 | ZPPR-9 | U-235 SAMPLE REACTIVITY (ICE) | 0 | 1.0730 | 1.0099 | 2.00 | 1.70 | 4.63 | 1.01 |
| 195 | ZPPR-9 | U-235 SAMPLE REACTIVITY (OCM) | 0 | 1.0810 | 1.0115 | 2.00 | 2.40 | 4.85 | 1.05 |
| 196 | ZPPR-9 | B-10 SAMPLE REACTIVITY (CC) | 0 | 0.9110 | 0.9250 | 2.00 | 3.80 | 5.12 | 1.38 |
| 197 | ZPPR-9 | B-10 SAMPLE REACTIVITY (ICE) | 0 | 0.9910 | 0.9796 | 2.00 | 1.80 | 4.88 | 1.23 |
| 198 | ZPPR-9 | B-10 SAMPLE REACTIVITY (OCM) | 0 | 1.0060 | 0.9842 | 2.00 | 1.90 | 5.04 | 1.24 |

表 5.4(1) 炉中心 B-1 サンプル反応度に対する感度係数

| NUCL. | REACTION | TABLE | B-10 SAMPLE REACTIVITY (CC) | | | | | | | | | | | | | | | | | UNIT:1.0E-4 |
|--------|----------|-------|-----------------------------|---------------|------|-------|-------|------|-------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|-------------|
| | | | ZPPR-9 | (HEAVY METAL) | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | TOTAL | 18G | 17G | 16G | 15G | 14G | 13G | 12G | 11G | 10G | 9G | 8G | 7G | 6G | 5G | 4G | 3G | 2G | 1G |
| U-235 | CAPTURE | -37 | 0 | -2 | -4 | -8 | -9 | -2 | -3 | -3 | -2 | -1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| U-235 | NU | 55 | -3 | 4 | 17 | 38 | 39 | 6 | 10 | 7 | 0 | -7 | -13 | -14 | -13 | -6 | -5 | -4 | -1 | 0 |
| U-235 | FISSION | -61 | -4 | 0 | 5 | 14 | 13 | 0 | 0 | -4 | -9 | -15 | -18 | -18 | -13 | -5 | -5 | -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 | N2N | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| U-235 | NU-AVE. | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| U-238 | CAPTURE | -7823 | -32 | -208 | -469 | -1208 | -1421 | -539 | -1012 | -1138 | -959 | -531 | -234 | -79 | -1 | 15 | 10 | 3 | 0 | 0 |
| U-238 | NU | -2225 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -6 | -69 | -854 | -779 | -375 | -144 |
| U-238 | FISSION | -1961 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -6 | -65 | -759 | -679 | -328 | -124 |
| U-238 | ELAS.SCT | -700 | 5 | 12 | 17 | 34 | 53 | 9 | 29 | 39 | 11 | -78 | -185 | -218 | -232 | -72 | -64 | -42 | -15 | -3 |
| U-238 | INEL.SCT | 875 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 57 | 58 | 36 | -9 | 126 | 279 | 252 | 65 | 11 |
| U-238 | N2N | -6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -6 |
| U-238 | NU-AVE. | 746 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 8 | 34 | 83 | 158 | 77 | 120 | 151 | 92 | 22 | 22 |
| U-238 | LEVEL 1 | 18 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 57 | 58 | 32 | -47 | -27 | -24 | -21 | -8 | -2 |
| U-238 | LEVEL 2 | -14 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | -6 | -4 | -5 | -2 | 0 |
| U-238 | LEVEL 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| U-238 | LEVEL 4 | 57 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 28 | 21 | 8 | 0 | 0 | 0 |
| U-238 | LEVEL 5 | 29 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 9 | 13 | 7 | 0 | 0 | 0 |
| U-238 | LEVEL 6 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | -0 | 0 | 0 |
| U-238 | LEVEL 7 | 12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 8 | 4 | 0 | 0 | 0 |
| U-238 | LEVEL 8 | 24 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 17 | 7 | 0 | 0 | 0 |
| U-238 | LEVEL 9 | 21 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 14 | 7 | 0 | 0 | 0 |
| U-238 | LEVEL 10 | 26 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 16 | 10 | 0 | 0 | 0 |
| U-238 | LEVEL 11 | 11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 | 5 | 0 | 0 | 0 |
| U-238 | LEVEL 12 | 14 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 8 | 6 | 0 | 0 | 0 |
| U-238 | LEVEL 13 | 19 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 9 | 10 | 3 | 0 | 0 |
| U-238 | LEVEL 14 | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 5 | 0 | 0 | 0 |
| U-238 | LEVEL 15 | 12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 8 | 0 | 0 | 0 |
| U-238 | LEVEL 16 | 18 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 | 12 | 0 | 0 | 0 |
| U-238 | LEVEL 17 | 12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 8 | 0 | 0 | 0 |
| U-238 | LEVEL 18 | 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 6 | 0 | 0 | 0 |
| U-238 | LEVEL 19 | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 5 | 0 | 0 | 0 |
| U-238 | LEVEL 20 | 11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 7 | 0 | 0 | 0 |
| U-238 | LEVEL 21 | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 5 | 0 | 0 | 0 |
| U-238 | LEVEL 22 | 9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 6 | 0 | 0 | 0 |
| U-238 | LEVEL 23 | 12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 9 | 0 | 0 | 0 |
| U-238 | LEVEL 24 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 3 | 0 | 0 | 0 |
| U-238 | LEVEL 25 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| U-238 | LEVEL 26 | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 5 | 0 | 0 | 0 |
| U-238 | LEVEL 27 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| U-238 | LEVEL 28 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| U-238 | LEVEL 29 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| U-238 | LEVEL 30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| U-238 | LEVEL 31 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| U-238 | LEVEL 32 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| U-238 | LEVEL 33 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| U-238 | LEVEL 34 | 522 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 151 | 275 | 81 | 15 | 15 |
| PU-239 | CAPTURE | -2044 | -37 | -127 | -380 | -550 | -519 | -139 | -181 | -125 | -61 | -10 | 19 | 32 | 24 | 6 | 3 | 1 | 0 | 0 |
| PU-239 | NU | -7179 | 150 | 442 | 976 | 1604 | 1339 | 199 | 255 | -1 | -536 | -1229 | -1908 | -2268 | -2416 | -1234 | -1219 | -868 | -364 | -101 |
| PU-239 | FISSION | -8543 | 65 | 238 | 553 | 898 | 692 | 47 | 3 | -252 | -717 | -1275 | -1750 | -1993 | -2028 | -1802 | -950 | -669 | -285 | -78 |
| PU-239 | ELAS.SCT | -7 | 0 | 0 | 1 | 4 | 5 | 1 | 3 | 6 | 5 | 1 | -4 | -8 | -9 | -4 | -4 | -3 | -1 | 0 |
| PU-239 | INEL.SCT | 109 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 | 4 | 3 | 4 | 4 | 12 | 10 | 28 | 26 | 11 | 1 |
| PU-239 | N2N | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| PU-239 | NU-AVE. | 43 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 4 | 8 | 5 | 8 | 10 | 6 | 1 |
| PU-240 | CAPTURE | -278 | -12 | -31 | -49 | -70 | -62 | -14 | -21 | -19 | -12 | -2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| PU-240 | NU | -571 | 0 | 0 | 0 | 10 | 7 | 0 | 1 | 0 | -4 | -8 | -12 | -22 | -123 | -133 | -133 | -100 | -42 | -12 |
| PU-240 | FISSION | -469 | 0 | 0 | 0 | 5 | 3 | 0 | 0 | -1 | -5 | -9 | -11 | -19 | -103 | -107 | -103 | -77 | -33 | -9 |
| PU-240 | ELAS.SCT | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | -1 | -1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| PU-240 | INEL.SCT | 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 4 | 4 | 1 | 0 | 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 | NU-AVE. | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| PU-241 | CAPTURE | -15 | 0 | -1 | -3 | -4 | -4 | -1 | -1 | -1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| PU-241 | NU | -41 | 2 | 9 | 26 | 35 | 34 | 5 | 7 | 1 | -9 | -21 | -31 | -32 | -28 | -13 | -13 | -9 | -3 | -1 |
| PU-241 | FISSION | -90 | 1 | 5 | 15 | 20 | 18 | 1 | 0 | -4 | -13 | -22 | -29 | -28 | -24 | -11 | -10 | -7 | -2 | 0 |
| PU-241 | ELAS.SCT | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 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 | 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 | NU-AVE. | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| PU-242 | CAPTURE | -2 | 0 | 0 | 0 | -1 | -1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| PU-242 | NU | -6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -1 | -2 | -2 | -1 | 0 | 0 |
| PU-242 | FISSION | -4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -1 | -1 | -1 | -1 | 0 | 0 |
| PU-242 | ELAS.SCT | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 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 | NU-AVE. | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| AM-241 | CAPTURE | -42 | 0 | -3 | -7 | -12 | -11 | -2 | -3 | -3 | -2 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| AM-241 | NU | -29 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -2 | -8 | -9 | -7 | -3 | 0 |
| AM-241 | FISSION | -23 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -2 | -8 | -8 | -5 | -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 | N2N | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| AM-241 | NU-AVE. | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

表 5.4(2) 炉心中心 B-1 サンプル反応度に対する感度係数

| TABLE | | ZPPR-9 | B-10 SAMPLE REACTIVITY (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 | 166 | 0 | 1 | 4 | 9 | 24 | 5 | 16 | 27 | 33 | 18 | 10 | 11 | 6 | 1 | 3 | -1 | 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 | 1032 | 2 | 18 | 42 | 81 | 199 | 42 | 137 | 240 | 294 | 187 | 85 | 9 | -9 | -119 | -44 | -87 | -41 | -2 |
| OXYGEN | INEL.SCT | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 |
| OXYGEN | N2N | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| OXYGEN | MU-AVE. | 186 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | -23 | 131 | 18 | 19 | 12 | 24 | 4 |
| SODIUM | CAPTURE | -58 | 0 | 0 | -2 | -6 | -18 | -26 | -3 | 0 | -3 | -1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| SODIUM | ELAS.SCT | 797 | 0 | 5 | 13 | 30 | 99 | 171 | 198 | 137 | 136 | 73 | 30 | 26 | -55 | -22 | -13 | -22 | -9 | 0 |
| SODIUM | INEL.SCT | 134 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 45 | 18 | 31 | 24 | 10 | 6 |
| SODIUM | N2N | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SODIUM | MU-AVE. | 102 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 4 | 21 | 18 | 25 | 23 | 8 | 2 |
| CHROMIUM | CAPTURE | -115 | 0 | -1 | -2 | -5 | -53 | -7 | -29 | -3 | -10 | -3 | -2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| CHROMIUM | ELAS.SCT | -27 | 0 | 0 | 2 | 4 | 9 | 4 | 57 | 36 | 12 | -5 | -34 | -17 | -40 | -19 | -19 | -13 | -4 | 0 |
| CHROMIUM | INEL.SCT | 69 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 | 22 | 27 | 12 | 5 |
| CHROMIUM | N2N | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| CHROMIUM | MU-AVE. | 52 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 4 | 3 | 11 | 18 | 11 | 3 |
| MANGAN | CAPTURE | -107 | 0 | -1 | -59 | -3 | -33 | -3 | -5 | -2 | -1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| MANGAN | ELAS.SCT | 54 | 0 | 0 | 9 | 5 | 12 | 17 | 2 | 10 | 3 | 3 | -1 | -1 | -2 | -1 | -1 | 1 | 0 | 0 |
| MANGAN | INEL.SCT | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 | 1 |
| MANGAN | N2N | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| MANGAN | MU-AVE. | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| IRON | CAPTURE | -406 | 0 | -5 | -13 | -17 | -250 | -4 | -33 | -30 | -44 | -20 | -12 | -1 | 4 | 2 | 2 | 5 | 8 | 4 |
| IRON | ELAS.SCT | 79 | 5 | 14 | 30 | 64 | 110 | 21 | 54 | 106 | 33 | 21 | -13 | -46 | -122 | -55 | -65 | -57 | -19 | -2 |
| IRON | INEL.SCT | 423 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 35 | 6 | 0 | 0 | 1 | 65 | 131 | 95 | 63 | 24 |
| IRON | N2N | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| IRON | MU-AVE. | 211 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 12 | 28 | 18 | 41 | 56 | 40 | 12 |
| NICKEL | CAPTURE | -47 | 0 | 0 | -2 | -3 | -5 | -3 | -5 | -26 | -11 | -5 | -3 | 0 | 0 | 0 | 1 | 6 | 7 | 2 |
| NICKEL | ELAS.SCT | 54 | 0 | 2 | 5 | 11 | 21 | 5 | 24 | 22 | 38 | 0 | -8 | -19 | -20 | -9 | -9 | -7 | -2 | 0 |
| NICKEL | INEL.SCT | 24 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 8 | 11 | 4 |
| NICKEL | N2N | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| NICKEL | MU-AVE. | 22 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 3 | 2 | 4 | 6 | 4 | 1 |
| BORON-10 | CAPTURE | 9835 | 45 | 145 | 409 | 957 | 1366 | 499 | 902 | 1107 | 1163 | 1107 | 994 | 629 | 306 | 53 | 85 | 43 | 21 | 4 |
| BORON-10 | ELAS.SCT | 99 | 0 | 0 | 0 | -1 | -4 | -1 | -3 | -3 | 0 | 12 | 25 | 30 | 20 | 5 | 13 | 6 | 0 | 0 |
| BORON-10 | INEL.SCT | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 2 | 1 | 0 |
| BORON-10 | N2N | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| BORON-10 | MU-AVE. | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| BORON-11 | CAPTURE | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| BORON-11 | ELAS.SCT | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 | 2 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| BORON-11 | INEL.SCT | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| BORON-11 | N2N | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| BORON-11 | 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 | -81 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 5 | 14 | 36 | 91 | 215 | 422 | 352 | -208 | -349 | -312 | -149 |
| SPEC. PU-239 | -0.90 | -70 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 5 | 14 | 36 | 91 | 213 | 415 | 345 | -202 | -333 | -308 | -148 |
| SPEC. PU-239 | -0.80 | -61 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 5 | 14 | 36 | 91 | 212 | 408 | 338 | -196 | -319 | -304 | -148 |
| SPEC. PU-239 | -0.70 | -52 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 5 | 14 | 36 | 90 | 211 | 402 | 332 | -191 | -305 | -300 | -148 |
| SPEC. PU-239 | -0.60 | -42 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 5 | 14 | 36 | 90 | 210 | 396 | 325 | -185 | -292 | -296 | -147 |
| SPEC. PU-239 | -0.50 | -35 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 5 | 14 | 35 | 90 | 209 | 390 | 319 | -180 | -280 | -292 | -147 |
| SPEC. PU-239 | -0.40 | -28 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 5 | 14 | 35 | 90 | 208 | 384 | 313 | -174 | -268 | -289 | -146 |
| SPEC. PU-239 | -0.30 | -22 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 5 | 14 | 35 | 90 | 206 | 378 | 307 | -171 | -257 | -285 | -146 |
| SPEC. PU-239 | -0.20 | -14 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 5 | 14 | 35 | 90 | 205 | 373 | 302 | -167 | -246 | -281 | -146 |
| SPEC. PU-239 | -0.10 | -9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 5 | 14 | 35 | 89 | 204 | 368 | 296 | -163 | -236 | -278 | -145 |
| SPEC. PU-239 | -0.05 | -5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 5 | 14 | 35 | 89 | 204 | 365 | 294 | -161 | -231 | -274 | -145 |
| SPEC. PU-239 | 0.05 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 5 | 14 | 35 | 89 | 203 | 360 | 289 | -157 | -222 | -273 | -145 |
| SPEC. PU-239 | 0.10 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 5 | 14 | 35 | 89 | 202 | 357 | 286 | -156 | -217 | -271 | -144 |
| SPEC. PU-239 | 0.20 | 8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 5 | 14 | 35 | 89 | 201 | 352 | 282 | -152 | -208 | -268 | -144 |
| SPEC. PU-239 | 0.30 | 12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 5 | 14 | 35 | 89 | 200 | 348 | 277 | -149 | -200 | -265 | -144 |
| SPEC. PU-239 | 0.40 | 17 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 5 | 14 | 35 | 89 | 199 | 343 | 272 | -146 | -191 | -262 | -143 |
| SPEC. PU-239 | 0.50 | 21 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 5 | 14 | 35 | 88 | 198 | 339 | 268 | -142 | -184 | -259 | -143 |
| SPEC. PU-239 | 0.60 | 25 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 5 | 14 | 35 | 88 | 197 | 334 | 264 | -140 | -176 | -256 | -142 |
| SPEC. PU-239 | 0.70 | 29 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 5 | 14 | 35 | 88 | 196 | 330 | 260 | -137 | -169 | -253 | -142 |
| SPEC. PU-239 | 0.80 | 32 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 5 | 14 | 35 | 88 | 195 | 326 | 256 | -134 | -162 | -251 | -142 |
| SPEC. PU-239 | 0.90 | 37 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 5 | 14 | 35 | 88 | 194 | 322 | 252 | -131 | -155 | -248 | -141 |
| SPEC. PU-239 | 1.00 | 39 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 5 | 14 | 35 | 88 | 193 | 318 | 248 | -129 | -149 | -245 | -141 |
| SPEC. U-235 | -1.00 | -6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 3 | 8 | 18 | 36 | 38 | -13 | -50 | -33 | -14 | -4 |
| SPEC. U-235 | -0.90 | -7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 3 | 8 | 18 | 35 | 37 | -13 | -49 | -33 | -14 | -4 |
| SPEC. U-235 | -0.80 | -5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 3 | 7 | 18 | 35 | 36 | -12 | -47 | -32 | -14 | -4 |
| SPEC. U-235 | -0.70 | -5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 3 | 7 | 18 | 34 | 36 | -12 | -46 | -32 | -14 | -4 |
| SPEC. U-235 | -0.60 | -4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 3 | 7 | 18 | 34 | 35 | -11 | -45 | -32 | -14 | -4 |
| SPEC. U-235 | -0.50 | -4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 3 | 7 | 18 | 33 | 34 | -11 | -44 | -31 | -14 | -4 |
| SPEC. U-235 | -0.40 | -4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 3 | 7 | 17 | 33 | 34 | -11 | -43 | -31 | -14 | -4 |
| SPEC. U-235 | -0.30 | -4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 3 | 7 | 17 | 32 | 33 | -11 | -42 | -30 | -14 | -4 |
| SPEC. U-235 | -0.20 | -3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 3 | 7 | 17 | 32 | 32 | -10 | -41 | -30 | -14 | -4 |
| SPEC. U-235 | -0.10 | -3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 3 | 7 | 17 | 31 | 32 | -10 | -40 | -30 | -14 | -4 |
| SPEC. U-235 | -0.05 | -2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 3 | 7 | 17 | 31 | 31 | -10 | -39 | -29 | -14 | -4 |
| SPEC. U-235 | 0.05 | -1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 3 | 7 | 17 | 31 | 31 | -10 | -38 | -29 | -14 | -4 |
| SPEC. U-235 | 0.10 | -2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 3 | 7 | 17 | 30 | 31 | -10 | -38 | -29 | -14 | -4 |
| SPEC. U-235 | 0.20 | -1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 3 | 7 | 17 | 30 | 30 | -9 | -37 | -29 | -14 | -4 |
| SPEC. U-235 | 0.30 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 3 | 7 | 17 | 30 | 30 | -9 | -36 | -28 | -14 | -4 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

表 5.5 R185+Z9SW(BIG) (ADJ98+微小サンプル反応度 13 核特性、サンプルワース実験誤差大)
 による炉定数調整計算の調整前後 C/E 値と断面積誤差に起因する核特性誤差

| NO. | REACTOR CHARACTERISTICS | C/E VALUE | | STANDARD DEVIATION (%) | | | | |
|-----|--|-----------|--------|--------------------------|-------|------|------|------|
| | | BEFORE | AFTER | VE | VM | GMG | GM'G | |
| 186 | ZPPR-9 SUS-304 SAMPLE REACTIVITY (CC) | 0 | 1.0600 | 1.0198 | 10.00 | 1.60 | 4.94 | 2.65 |
| 187 | ZPPR-9 SUS-304 SAMPLE REACTIVITY (ICE) | 0 | 1.1290 | 1.0619 | 10.00 | 1.00 | 5.03 | 2.68 |
| 188 | ZPPR-9 U-238 SAMPLE REACTIVITY (CC) | 0 | 1.0010 | 0.9808 | 10.00 | 6.30 | 6.12 | 1.87 |
| 189 | ZPPR-9 U-238 SAMPLE REACTIVITY (ICE) | 0 | 1.0390 | 0.9931 | 10.00 | 5.60 | 7.93 | 2.09 |
| 190 | ZPPR-9 PU-239 SAMPLE REACTIVITY (CC) | 0 | 1.0240 | 1.0137 | 5.00 | 2.20 | 3.37 | 1.27 |
| 191 | ZPPR-9 PU-239 SAMPLE REACTIVITY (ICE) | 0 | 1.0680 | 1.0345 | 5.00 | 2.10 | 3.37 | 1.33 |
| 192 | ZPPR-9 PU-239 SAMPLE REACTIVITY (OCM) | 0 | 1.0760 | 1.0364 | 5.00 | 2.80 | 3.72 | 1.38 |
| 193 | ZPPR-9 U-235 SAMPLE REACTIVITY (CC) | 0 | 1.0300 | 0.9969 | 5.00 | 2.40 | 4.59 | 1.36 |
| 194 | ZPPR-9 U-235 SAMPLE REACTIVITY (ICE) | 0 | 1.0730 | 1.0157 | 5.00 | 1.70 | 4.63 | 1.40 |
| 195 | ZPPR-9 U-235 SAMPLE REACTIVITY (OCM) | 0 | 1.0810 | 1.0178 | 5.00 | 2.40 | 4.85 | 1.43 |
| 196 | ZPPR-9 B-10 SAMPLE REACTIVITY (CC) | 0 | 0.9110 | 0.9195 | 5.00 | 3.80 | 5.84 | 1.84 |
| 197 | ZPPR-9 B-10 SAMPLE REACTIVITY (ICE) | 0 | 0.9910 | 0.9766 | 5.00 | 1.80 | 5.69 | 1.75 |
| 198 | ZPPR-9 B-10 SAMPLE REACTIVITY (OCM) | 0 | 1.0060 | 0.9821 | 5.00 | 1.90 | 5.89 | 1.78 |

表-5.6(1) 硼素核種の調整後C/E値への影響 (R185+Z9SWケース)

| NO | | | 調整前 | 調整後 | | 差 ボロン調整有無 |
|----|-----------|-------------------------|--------|--------|--------|--------------|
| | | | | ボロン調整 | ボロン無調整 | |
| 1 | ZPPR-09 | KEFF | 0.9937 | 0.9996 | 0.9996 | 0.0% |
| 2 | ZPPR-10A | KEFF | 0.9933 | 0.9991 | 0.9992 | 0.0% |
| 3 | ZPPR-10B | KEFF | 0.9924 | 0.9968 | 0.9972 | 0.0% |
| 4 | ZPPR-10C | KEFF | 0.9933 | 0.9994 | 0.9995 | 0.0% |
| 5 | ZPPR-10D | KEFF | 0.9931 | 0.9990 | 0.9991 | 0.0% |
| 6 | ZPPR-10D1 | KEFF | 0.9938 | 0.9994 | 0.9995 | 0.0% |
| 7 | ZPPR-10D2 | KEFF | 0.9928 | 0.9979 | 0.9980 | 0.0% |
| 8 | ZPPR-13A | KEFF | 0.9960 | 1.0000 | 1.0000 | 0.0% |
| 9 | ZPPR-13B1 | KEFF | 0.9958 | 1.0002 | 1.0002 | 0.0% |
| 10 | ZPPR-13B3 | KEFF | 0.9952 | 0.9998 | 0.9998 | 0.0% |
| 11 | ZPPR-13B4 | KEFF | 0.9945 | 0.9988 | 0.9989 | 0.0% |
| 12 | ZPPR-13C | KEFF | 0.9960 | 1.0001 | 1.0001 | 0.0% |
| 13 | ZPPR-17A | KEFF | 0.9944 | 0.9994 | 0.9994 | 0.0% |
| 14 | ZPPR-17B | KEFF | 0.9942 | 0.9995 | 0.9996 | 0.0% |
| 15 | ZPPR-17C | KEFF | 0.9942 | 0.9983 | 0.9984 | 0.0% |
| 16 | ZPPR-18A | KEFF | 0.9948 | 0.9998 | 0.9997 | 0.0% |
| 17 | ZPPR-18B | KEFF | 0.9954 | 0.9994 | 0.9994 | 0.0% |
| 18 | ZPPR-18C | KEFF | 0.9951 | 0.9992 | 0.9992 | 0.0% |
| 19 | ZPPR-19B | KEFF | 0.9950 | 0.9998 | 0.9998 | 0.0% |
| 20 | ZPPR-09 | F28/F49(ICC,CC) | 1.0035 | 0.9886 | 0.9859 | 0.3% |
| 21 | ZPPR-09 | F28/F49(OCM,CC) | 1.0274 | 1.0194 | 1.0180 | 0.1% |
| 22 | ZPPR-10A | F28/F49(ICC,CC) | 1.0054 | 0.9929 | 0.9906 | 0.2% |
| 23 | ZPPR-10A | F28/F49(OCM,CC) | 1.0115 | 1.0053 | 1.0040 | 0.1% |
| 24 | ZPPR-10B | F28/F49(ICC,CC) | 1.0160 | 1.0063 | 1.0038 | 0.2% |
| 25 | ZPPR-10B | F28/F49(OCM,CC) | 1.0103 | 1.0067 | 1.0054 | 0.1% |
| 26 | ZPPR-10C | F28/F49(R=CC) | 1.0136 | 1.0003 | 0.9979 | 0.2% |
| 27 | ZPPR-10C | F28/F49(OCM,CC) | 0.9923 | 0.9834 | 0.9817 | 0.2% |
| 28 | ZPPR-17A | F28/F49(ICC,ZCM) | 0.9967 | 0.9911 | 0.9898 | 0.1% |
| 29 | ZPPR-17A | F28/F49(ICC,ZCE Z=4") | 0.9731 | 0.9599 | 0.9580 | 0.2% |
| 30 | ZPPR-19B | F28/F49(ICC,ZCC) | 1.0005 | 0.9876 | 0.9851 | 0.3% |
| 31 | ZPPR-19B | F28/F49(OCM,ZCC) | 1.0611 | 1.0398 | 1.0392 | 0.1% |
| 32 | ZPPR-09 | F25/F49(ICC,CC) | 0.9955 | 0.9665 | 0.9682 | -0.2% |
| 33 | ZPPR-09 | F25/F49(OCM,CC) | 0.9972 | 0.9675 | 0.9690 | -0.2% |
| 34 | ZPPR-10A | F25/F49(ICC,CC) | 1.0106 | 0.9813 | 0.9830 | -0.2% |
| 35 | ZPPR-10A | F25/F49(OCM,CC) | 1.0014 | 0.9717 | 0.9733 | -0.2% |
| 36 | ZPPR-10A | F25/F49(RBM,CC) | 1.0041 | 0.9787 | 0.9800 | -0.1% |
| 37 | ZPPR-10B | F25/F49(ICC,CC) | 1.0094 | 0.9793 | 0.9811 | -0.2% |
| 38 | ZPPR-10B | F25/F49(OCM,CC) | 1.0097 | 0.9791 | 0.9808 | -0.2% |
| 39 | ZPPR-10B | F25/F49(RBM,CC) | 0.9957 | 0.9703 | 0.9717 | -0.1% |
| 40 | ZPPR-10C | F25/F49(R=CC) | 1.0144 | 0.9849 | 0.9866 | -0.2% |
| 41 | ZPPR-10C | F25/F49(OCM,CC) | 1.0098 | 0.9799 | 0.9814 | -0.2% |
| 42 | ZPPR-17A | F25/F49(ICC,ZCM) | 0.9980 | 0.9689 | 0.9705 | -0.2% |
| 43 | ZPPR-17A | F25/F49(ICC,ZCE Z=4") | 0.9970 | 0.9703 | 0.9721 | -0.2% |
| 44 | ZPPR-17A | F25/F49(RBM,CC Z=1") | 1.0240 | 0.9986 | 0.9998 | -0.1% |
| 45 | ZPPR-17A | F25/F49(RBM,CC Z=4") | 1.0270 | 1.0015 | 1.0028 | -0.1% |
| 46 | ZPPR-17A | F25/F49(RBM,CC Z=6") | 1.0200 | 0.9948 | 0.9960 | -0.1% |
| 47 | ZPPR-19B | F25/F49(ICC,ZCC) | 1.0050 | 0.9749 | 0.9765 | -0.2% |
| 48 | ZPPR-19B | F25/F49(OCM,ZCC) | 1.0050 | 0.9783 | 0.9794 | -0.1% |
| 49 | ZPPR-09 | C28/F49(ICC,CC) | 1.0338 | 0.9958 | 0.9946 | 0.1% |
| 50 | ZPPR-09 | C28/F49(OCM,CC) | 1.0383 | 1.0022 | 1.0008 | 0.1% |
| 51 | ZPPR-10A | C28/F49(ICC,CC) | 1.0366 | 0.9984 | 0.9971 | 0.1% |
| 52 | ZPPR-10A | C28/F49(OCM,CC) | 1.0267 | 0.9907 | 0.9893 | 0.1% |
| 53 | ZPPR-10A | C28/F49(RBM,CC) | 1.0185 | 0.9766 | 0.9746 | 0.2% |
| 54 | ZPPR-10B | C28/F49(ICC,CC) | 1.0403 | 1.0026 | 1.0016 | 0.1% |
| 55 | ZPPR-10B | C28/F49(OCM,CC) | 1.0352 | 0.9992 | 0.9983 | 0.1% |
| 56 | ZPPR-10B | C28/F49(RBM,CC) | 1.0162 | 0.9753 | 0.9734 | 0.2% |
| 57 | ZPPR-10C | C28/F49(R=CC) | 1.0398 | 1.0018 | 1.0005 | 0.1% |
| 58 | ZPPR-10C | C28/F49(OCM,CC) | 1.0157 | 0.9808 | 0.9795 | 0.1% |
| 59 | ZPPR-17A | C28/F49(ICC,ZCM) | 1.0207 | 0.9820 | 0.9808 | 0.1% |
| 60 | ZPPR-17A | C28/F49(ICC,ZCE Z=4") | 1.0273 | 0.9863 | 0.9853 | 0.1% |
| 61 | ZPPR-17A | C28/F49(RBM,CC Z=1") | 1.0818 | 1.0315 | 1.0291 | 0.2% |
| 62 | ZPPR-17A | C28/F49(RBM,CC Z=4") | 1.0560 | 1.0067 | 1.0045 | 0.2% |
| 63 | ZPPR-17A | C28/F49(RBM,CC Z=6") | 1.0730 | 1.0226 | 1.0202 | 0.2% |
| 64 | ZPPR-19B | C28/F49(ICC,ZCC) | 1.0308 | 0.9944 | 0.9931 | 0.1% |
| 65 | ZPPR-19B | C28/F49(OCM,ZCC) | 1.0210 | 0.9910 | 0.9895 | 0.2% |
| 66 | ZPPR-09 | F41/F25(ICM,CC) | 1.0270 | 1.0329 | 1.0361 | -0.3% |
| 67 | ZPPR-09 | F49(ICE,CC)/F49(ICC,CC) | 1.0100 | 0.9965 | 0.9966 | 0.0% |
| 68 | ZPPR-09 | F49(OCM,CC)/F49(ICC,CC) | 1.0120 | 0.9940 | 0.9940 | 0.0% |
| 69 | ZPPR-10A | F49(ICE,CC)/F49(ICC,CC) | 1.0040 | 0.9975 | 0.9974 | 0.0% |
| 70 | ZPPR-10A | F49(OCM,CC)/F49(ICC,CC) | 1.0080 | 0.9924 | 0.9921 | 0.0% |

表-5.6(2) 硼素核種の調整後C/E値への影響 (R185+Z9SWケース)

| NO | | | 調整前 | 調整後 | | 差 ボロン調整有無 |
|-----|----------|---------------------------|--------|--------|--------|--------------|
| | | | | ボロン調整 | ボロン無調整 | |
| 71 | ZPPR-10A | F49(RBM,CC)/F49(ICC,CC) | 0.9780 | 0.9883 | 0.9883 | 0.0% |
| 72 | ZPPR-10B | F49(ICE,CC)/F49(ICC,CC) | 1.0020 | 0.9974 | 0.9981 | -0.1% |
| 73 | ZPPR-10B | F49(OCM,CC)/F49(ICC,CC) | 1.0040 | 0.9874 | 0.9895 | -0.2% |
| 74 | ZPPR-10B | F49(RBM,CC)/F49(ICC,CC) | 0.9910 | 1.0006 | 1.0024 | -0.2% |
| 75 | ZPPR-10C | F49(R=ICO)/F49(R=CC) | 1.0040 | 1.0003 | 1.0002 | 0.0% |
| 76 | ZPPR-10C | F49(R=OCC)/F49(R=CC) | 1.0070 | 0.9942 | 0.9937 | 0.1% |
| 77 | ZPPR-17A | F49(ICE,ZCM)/F49(ICC,ZCM) | 1.0030 | 0.9956 | 0.9958 | 0.0% |
| 78 | ZPPR-17A | F49(OCM,ZCM)/F49(ICC,ZCM) | 1.0050 | 0.9899 | 0.9902 | 0.0% |
| 79 | ZPPR-17A | F49(RBM,ZCM)/F49(ICC,ZCM) | 0.9530 | 0.9744 | 0.9743 | 0.0% |
| 80 | ZPPR-17A | F49(OCM,ZBM)/F49(ICC,ZCM) | 1.0100 | 0.9944 | 0.9948 | 0.0% |
| 81 | ZPPR-17A | F49(RBM,ZBM)/F49(ICC,ZCM) | 0.9470 | 0.9666 | 0.9666 | 0.0% |
| 82 | ZPPR-19B | F49(ICE,ZCC)/F49(ICC,ZCC) | 1.0270 | 1.0010 | 1.0016 | -0.1% |
| 83 | ZPPR-19B | F49(OCM,ZCC)/F49(ICC,ZCC) | 1.0350 | 0.9945 | 0.9950 | -0.1% |
| 84 | ZPPR-09 | F28(ICE,CC)/F28(ICC,CC) | 1.0330 | 1.0217 | 1.0221 | 0.0% |
| 85 | ZPPR-09 | F28(OCM,CC)/F28(ICC,CC) | 1.0390 | 1.0279 | 1.0291 | -0.1% |
| 86 | ZPPR-10A | F28(ICE,CC)/F28(ICC,CC) | 1.0240 | 1.0174 | 1.0173 | 0.0% |
| 87 | ZPPR-10A | F28(OCM,CC)/F28(ICC,CC) | 1.0430 | 1.0334 | 1.0343 | -0.1% |
| 88 | ZPPR-10B | F28(ICE,CC)/F28(ICC,CC) | 1.0120 | 1.0076 | 1.0085 | -0.1% |
| 89 | ZPPR-10B | F28(OCM,CC)/F28(ICC,CC) | 1.0210 | 1.0104 | 1.0135 | -0.3% |
| 90 | ZPPR-10C | F28(ICE,CC)/F28(ICC,CC) | 0.9760 | 0.9730 | 0.9729 | 0.0% |
| 91 | ZPPR-10C | F28(OCM,CC)/F28(ICC,CC) | 0.9610 | 0.9531 | 0.9533 | 0.0% |
| 92 | ZPPR-17A | F28(ICE,ZCM)/F28(ICC,ZCM) | 0.9950 | 0.9874 | 0.9875 | 0.0% |
| 93 | ZPPR-17A | F28(OCM,ZCM)/F28(ICC,ZCM) | 0.9920 | 0.9775 | 0.9776 | 0.0% |
| 94 | ZPPR-17A | F28(OCM,ZBM)/F28(ICC,ZCM) | 1.0170 | 1.0015 | 1.0017 | 0.0% |
| 95 | ZPPR-19B | F28(ICE,ZCC)/F28(ICC,ZCC) | 1.0620 | 1.0348 | 1.0355 | -0.1% |
| 96 | ZPPR-19B | F28(OCM,ZCC)/F28(ICC,ZCC) | 1.0800 | 1.0301 | 1.0327 | -0.3% |
| 97 | ZPPR-09 | F25(ICE,CC)/F25(ICC,CC) | 1.0100 | 0.9963 | 0.9962 | 0.0% |
| 98 | ZPPR-09 | F25(OCM,CC)/F25(ICC,CC) | 1.0120 | 0.9932 | 0.9931 | 0.0% |
| 99 | ZPPR-09 | F25(RBM,CC)/F25(ICC,CC) | 1.0040 | 1.0145 | 1.0145 | 0.0% |
| 100 | ZPPR-10A | F25(ICE,CC)/F25(ICC,CC) | 0.9980 | 0.9914 | 0.9912 | 0.0% |
| 101 | ZPPR-10A | F25(OCM,CC)/F25(ICC,CC) | 0.9960 | 0.9799 | 0.9796 | 0.0% |
| 102 | ZPPR-10A | F25(RBM,CC)/F25(ICC,CC) | 0.9720 | 0.9866 | 0.9865 | 0.0% |
| 103 | ZPPR-10B | F25(ICE,CC)/F25(ICC,CC) | 1.0000 | 0.9953 | 0.9960 | -0.1% |
| 104 | ZPPR-10B | F25(OCM,CC)/F25(ICC,CC) | 0.9990 | 0.9820 | 0.9840 | -0.2% |
| 105 | ZPPR-10B | F25(RBM,CC)/F25(ICC,CC) | 0.9740 | 0.9884 | 0.9901 | -0.2% |
| 106 | ZPPR-10C | F25(R=ICO)/F25(R=CC) | 1.0030 | 0.9992 | 0.9991 | 0.0% |
| 107 | ZPPR-10C | F25(R=OCC)/F25(R=CC) | 1.0040 | 0.9906 | 0.9899 | 0.1% |
| 108 | ZPPR-10C | F25(R=RBC)/F25(R=CC) | 0.9560 | 0.9727 | 0.9724 | 0.0% |
| 109 | ZPPR-17A | F25(ICE,ZCM)/F25(ICC,ZCM) | 1.0050 | 0.9975 | 0.9977 | 0.0% |
| 110 | ZPPR-17A | F25(OCM,ZCM)/F25(ICC,ZCM) | 1.0070 | 0.9912 | 0.9914 | 0.0% |
| 111 | ZPPR-17A | F25(RBM,ZCM)/F25(ICC,ZCM) | 0.9750 | 1.0017 | 1.0021 | 0.0% |
| 112 | ZPPR-17A | F25(OCM,ZBM)/F25(ICC,ZCM) | 1.0110 | 0.9948 | 0.9950 | 0.0% |
| 113 | ZPPR-17A | F25(RBM,ZBM)/F25(ICC,ZCM) | 0.9720 | 0.9975 | 0.9978 | 0.0% |
| 114 | ZPPR-19B | F25(ICE,ZCC)/F25(ICC,ZCC) | 1.0270 | 1.0014 | 1.0020 | -0.1% |
| 115 | ZPPR-19B | F25(OCM,ZCC)/F25(ICC,ZCC) | 1.0350 | 0.9982 | 0.9982 | 0.0% |
| 116 | ZPPR-09 | C28(ICE,CC)/C28(ICC,CC) | 1.0120 | 1.0001 | 1.0000 | 0.0% |
| 117 | ZPPR-09 | C28(OCM,CC)/C28(ICC,CC) | 1.0150 | 0.9989 | 0.9988 | 0.0% |
| 118 | ZPPR-09 | C28(RBM,CC)/C28(ICC,CC) | 0.9690 | 0.9715 | 0.9710 | 0.1% |
| 119 | ZPPR-10A | C28(ICE,CC)/C28(ICC,CC) | 0.9950 | 0.9891 | 0.9890 | 0.0% |
| 120 | ZPPR-10A | C28(OCM,CC)/C28(ICC,CC) | 0.9920 | 0.9784 | 0.9781 | 0.0% |
| 121 | ZPPR-10A | C28(RBM,CC)/C28(ICC,CC) | 0.9990 | 1.0053 | 1.0047 | 0.1% |
| 122 | ZPPR-10B | C28(ICE,CC)/C28(ICC,CC) | 0.9950 | 0.9907 | 0.9914 | -0.1% |
| 123 | ZPPR-10B | C28(OCM,CC)/C28(ICC,CC) | 0.9920 | 0.9771 | 0.9792 | -0.2% |
| 124 | ZPPR-10B | C28(RBM,CC)/C28(ICC,CC) | 0.9610 | 0.9665 | 0.9675 | -0.1% |
| 125 | ZPPR-10C | C28(ICE,CC)/C28(ICC,CC) | 0.9870 | 0.9837 | 0.9837 | 0.0% |
| 126 | ZPPR-10C | C28(OCM,CC)/C28(ICC,CC) | 0.9780 | 0.9680 | 0.9675 | 0.1% |
| 127 | ZPPR-10C | C28(RBM,CC)/C28(ICC,CC) | 0.9840 | 0.9923 | 0.9914 | 0.1% |
| 128 | ZPPR-17A | C28(ICE,ZCM)/C28(ICC,ZCM) | 1.0060 | 0.9989 | 0.9992 | 0.0% |
| 129 | ZPPR-17A | C28(OCM,ZCM)/C28(ICC,ZCM) | 1.0100 | 0.9966 | 0.9969 | 0.0% |
| 130 | ZPPR-17A | C28(RBM,ZCM)/C28(ICC,ZCM) | 1.0050 | 1.0187 | 1.0186 | 0.0% |
| 131 | ZPPR-17A | C28(OCM,ZBM)/C28(ICC,ZCM) | 1.0050 | 0.9913 | 0.9916 | 0.0% |
| 132 | ZPPR-17A | C28(RBM,ZBM)/C28(ICC,ZCM) | 1.0060 | 1.0187 | 1.0186 | 0.0% |
| 133 | ZPPR-19B | C28(ICE,ZCC)/C28(ICC,ZCC) | 1.0170 | 0.9915 | 0.9920 | -0.1% |
| 134 | ZPPR-19B | C28(OCM,ZCC)/C28(ICC,ZCC) | 1.0220 | 0.9874 | 0.9878 | 0.0% |
| 135 | ZPPR-09 | CR (P1) | 0.9790 | 0.9845 | 0.9863 | -0.2% |
| 136 | ZPPR-09 | CR (P2) | 0.9890 | 0.9899 | 0.9917 | -0.2% |
| 137 | ZPPR-09 | CR (P3) | 1.0110 | 1.0040 | 1.0058 | -0.2% |
| 138 | ZPPR-09 | CR (P4) | 1.0160 | 1.0023 | 1.0040 | -0.2% |
| 139 | ZPPR-09 | CR (P5) | 1.0120 | 0.9969 | 0.9983 | -0.1% |
| 140 | ZPPR-09 | CR (P6) | 1.0120 | 0.9938 | 0.9947 | -0.1% |

表-5.6(3) 硼素核種の調整後C/E値への影響 (R185+Z9SWケース)

| NO | | | 調整前 | 調整後 | | 差 ボロン調整有無 |
|-----|----------|---------------------------------|--------|--------|--------|--------------|
| | | | | ボロン調整 | ボロン無調整 | |
| 141 | ZPPR-09 | CR (CC) | 0.9990 | 1.0054 | 1.0072 | -0.2% |
| 142 | ZPPR-09 | CR (R1) | 0.9740 | 0.9770 | 0.9787 | -0.2% |
| 143 | ZPPR-09 | CR (R2) | 1.0140 | 0.9952 | 0.9966 | -0.1% |
| 144 | ZPPR-10A | CR(CC) | 1.0180 | 1.0220 | 1.0226 | -0.1% |
| 145 | ZPPR-10A | CR(R1) | 1.0340 | 1.0337 | 1.0342 | 0.0% |
| 146 | ZPPR-10A | CR(R2A) | 1.0300 | 1.0090 | 1.0090 | 0.0% |
| 147 | ZPPR-10A | CR(R2) | 1.0250 | 1.0053 | 1.0054 | 0.0% |
| 148 | ZPPR-10C | CR(CC) | 1.0050 | 1.0037 | 1.0046 | -0.1% |
| 149 | ZPPR-10C | CR(R1) | 1.0230 | 1.0193 | 1.0201 | -0.1% |
| 150 | ZPPR-10C | CR(R2A) | 1.0370 | 1.0163 | 1.0162 | 0.0% |
| 151 | ZPPR-10C | CR(R2) | 1.0270 | 1.0080 | 1.0080 | 0.0% |
| 152 | ZPPR-17A | CR (CC) | 0.9880 | 0.9998 | 1.0000 | 0.0% |
| 153 | ZPPR-18A | CR (A) | 0.9900 | 1.0112 | 1.0114 | 0.0% |
| 154 | ZPPR-18A | CR (B+B) | 0.9900 | 1.0125 | 1.0128 | 0.0% |
| 155 | ZPPR-18A | CR (C+C) | 0.9890 | 1.0078 | 1.0083 | 0.0% |
| 156 | ZPPR-18A | CR (D+D) | 1.0020 | 1.0146 | 1.0153 | -0.1% |
| 157 | ZPPR-18A | CR (E+E) | 1.0110 | 1.0167 | 1.0177 | -0.1% |
| 158 | ZPPR-18A | CR (F+F) | 1.0100 | 1.0120 | 1.0128 | -0.1% |
| 159 | ZPPR-18A | CR (G+G) | 1.0070 | 1.0103 | 1.0107 | 0.0% |
| 160 | ZPPR-18A | CR (R1) | 0.9930 | 1.0110 | 1.0116 | -0.1% |
| 161 | ZPPR-18A | CR (R2) | 1.0210 | 1.0139 | 1.0148 | -0.1% |
| 162 | ZPPR-18A | CR (R3) | 1.0550 | 1.0196 | 1.0207 | -0.1% |
| 163 | ZPPR-18A | CR (R3 X-DIR) | 1.0150 | 1.0128 | 1.0135 | -0.1% |
| 164 | ZPPR-18A | CR (R3 Y-DIR) | 1.0590 | 1.0047 | 1.0037 | 0.1% |
| 165 | ZPPR-19B | CR(R1) | 0.9470 | 0.9771 | 0.9774 | 0.0% |
| 166 | ZPPR-19B | CR(R2) | 0.9750 | 0.9731 | 0.9739 | -0.1% |
| 167 | ZPPR-19B | CR(R3) | 1.0110 | 0.9696 | 0.9708 | -0.1% |
| 168 | ZPPR-19B | CR(R3 X DIR-4CR) | 1.0070 | 0.9724 | 0.9735 | -0.1% |
| 169 | ZPPR-19B | CR(R3 Y DIR-4CR) | 1.0040 | 0.9768 | 0.9778 | -0.1% |
| 170 | ZPPR-09 | NAV (37D,Z=8") | 1.0240 | 0.9676 | 0.9673 | 0.0% |
| 171 | ZPPR-09 | NAV (97D,Z=8") | 1.0520 | 0.9924 | 0.9921 | 0.0% |
| 172 | ZPPR-09 | NAV (97D,Z=16") | 1.0590 | 0.9950 | 0.9943 | 0.1% |
| 173 | ZPPR-09 | NAV (97D,Z=20") | 1.0380 | 0.9715 | 0.9704 | 0.1% |
| 174 | ZPPR-09 | NAV (97D,Z=27") | 1.0440 | 0.9746 | 0.9732 | 0.1% |
| 175 | ZPPR-10A | NAV (88D,Z=8") | 1.1590 | 1.0876 | 1.0844 | 0.3% |
| 176 | ZPPR-10A | NAV (172D,Z=8") | 1.1190 | 1.0472 | 1.0451 | 0.2% |
| 177 | ZPPR-10A | NAV (172D,Z=16") | 1.1030 | 1.0274 | 1.0247 | 0.3% |
| 178 | ZPPR-10A | NAV (172D,Z=20") | 1.0540 | 0.9777 | 0.9743 | 0.3% |
| 179 | ZPPR-10B | NAV (88D,Z=8") | 1.0860 | 1.0243 | 1.0223 | 0.2% |
| 180 | ZPPR-10B | NAV (172D,Z=8") | 1.0910 | 1.0272 | 1.0272 | 0.0% |
| 181 | ZPPR-10B | NAV (172D,Z=16") | 1.0830 | 1.0148 | 1.0147 | 0.0% |
| 182 | ZPPR-10B | NAV (172D,Z=20") | 1.0360 | 0.9658 | 0.9655 | 0.0% |
| 183 | ZPPR-17A | NAV (52D,IB+CORE) | 1.0420 | 1.0146 | 1.0140 | 0.1% |
| 184 | ZPPR-13C | HIGH240(S2) | 0.7980 | 1.0034 | 1.0028 | 0.1% |
| 185 | ZPPR-13C | HIGH240(S3) | 0.8070 | 0.9929 | 0.9931 | 0.0% |
| 186 | ZPPR-9 | SUS-304 SAMPLE REACTIVITY (CC) | 1.0600 | 1.0082 | 1.0093 | -0.1% |
| 187 | ZPPR-9 | SUS-304 SAMPLE REACTIVITY (ICE) | 1.1290 | 1.0463 | 1.0479 | -0.2% |
| 188 | ZPPR-9 | U-238 SAMPLE REACTIVITY (CC) | 1.0010 | 0.9811 | 0.9845 | -0.3% |
| 189 | ZPPR-9 | U-238 SAMPLE REACTIVITY (ICE) | 1.0390 | 0.9912 | 0.9950 | -0.4% |
| 190 | ZPPR-9 | PU-239 SAMPLE REACTIVITY (CC) | 1.0240 | 1.0094 | 1.0109 | -0.1% |
| 191 | ZPPR-9 | PU-239 SAMPLE REACTIVITY (ICE) | 1.0680 | 1.0273 | 1.0292 | -0.2% |
| 192 | ZPPR-9 | PU-239 SAMPLE REACTIVITY (OCM) | 1.0760 | 1.0287 | 1.0306 | -0.2% |
| 193 | ZPPR-9 | U-235 SAMPLE REACTIVITY (CC) | 1.0300 | 0.9916 | 0.9935 | -0.2% |
| 194 | ZPPR-9 | U-235 SAMPLE REACTIVITY (ICE) | 1.0730 | 1.0077 | 1.0099 | -0.2% |
| 195 | ZPPR-9 | U-235 SAMPLE REACTIVITY (OCM) | 1.0810 | 1.0094 | 1.0115 | -0.2% |
| 196 | ZPPR-9 | B-10 SAMPLE REACTIVITY (CC) | 0.9110 | 0.9293 | 0.9250 | 0.5% |
| 197 | ZPPR-9 | B-10 SAMPLE REACTIVITY (ICE) | 0.9910 | 0.9850 | 0.9796 | 0.6% |
| 198 | ZPPR-9 | B-10 SAMPLE REACTIVITY (OCM) | 1.0060 | 0.9902 | 0.9842 | 0.6% |

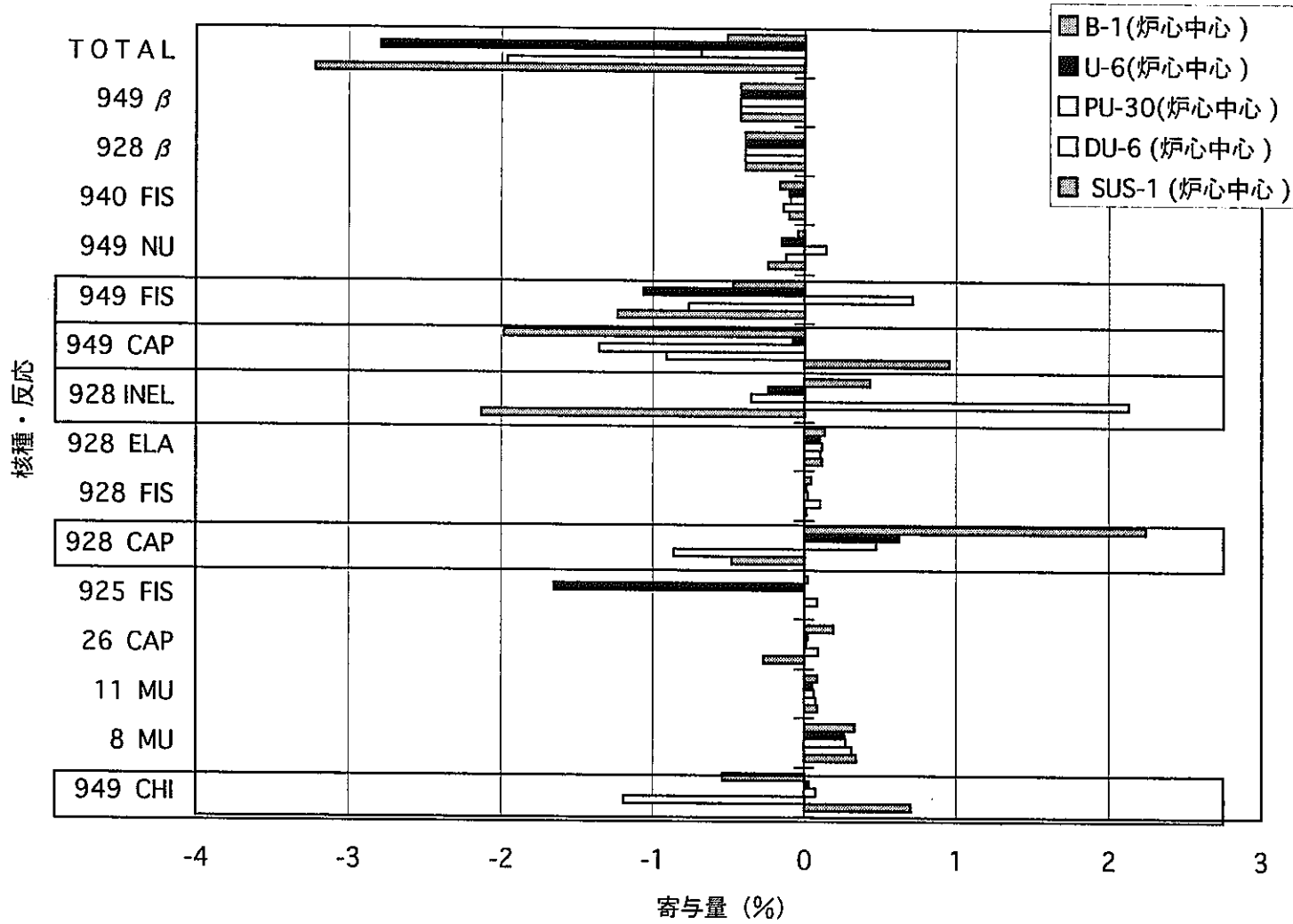


図5.1 ADJ98調整結果を使用した各種サンプルワース調整前後C/E変化量に対する核種・反応の寄与量

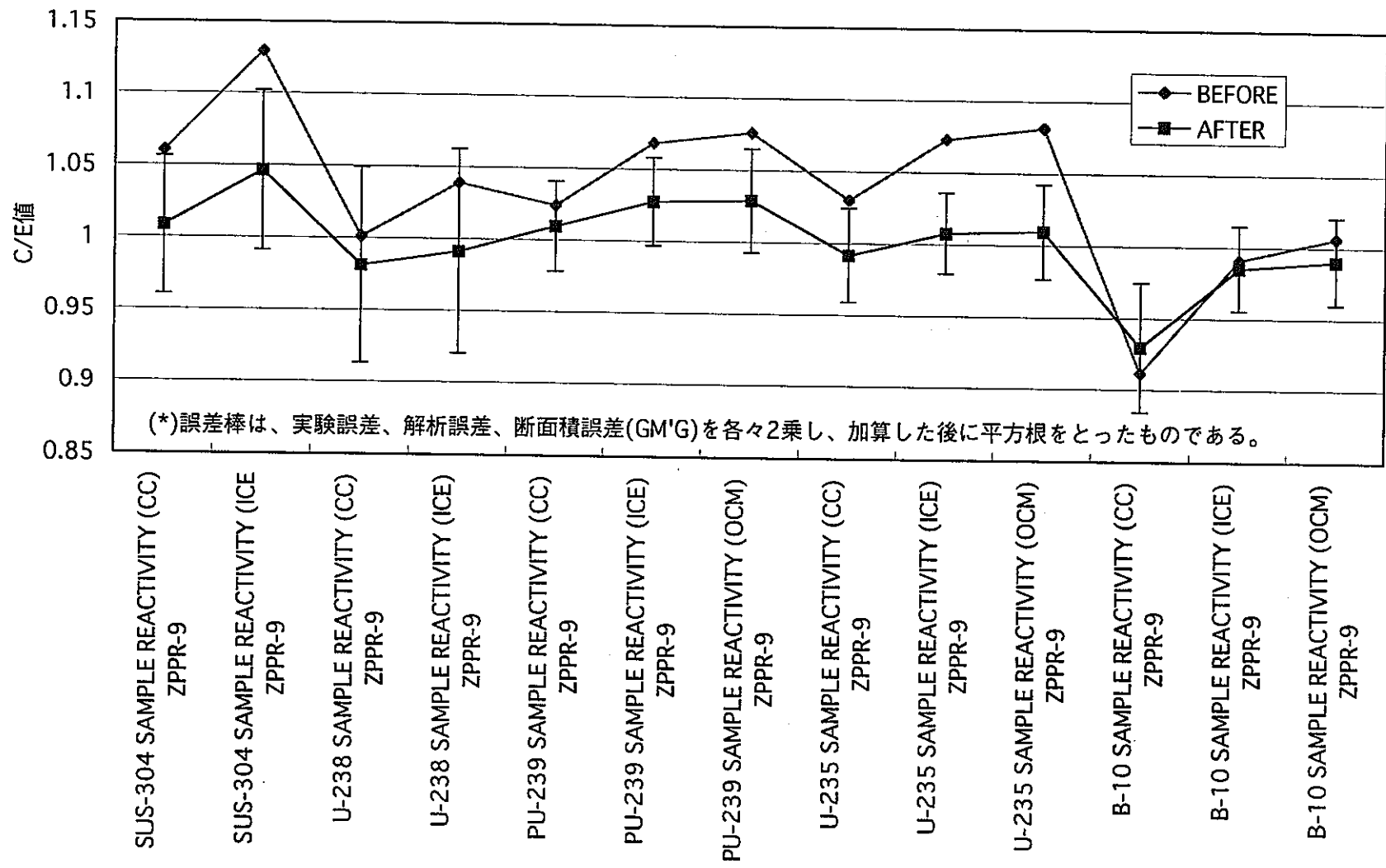


図5.2 R185+Z9SWによる炉定数調整前後のC/E値 (サンプル反応度のみ)

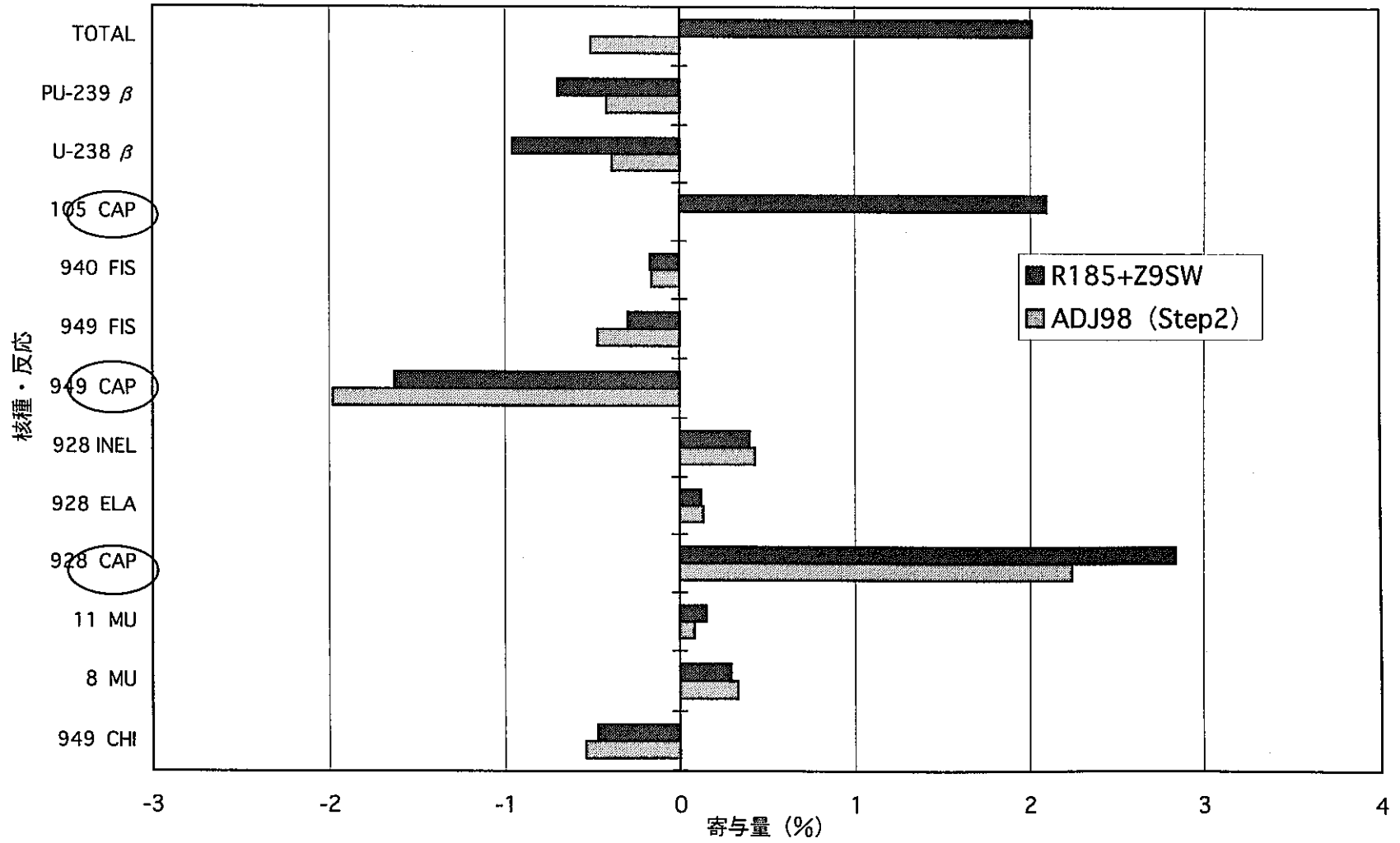


図5.3 B-1炉心中心サンプルワースの調整前後C/E値変化量に対する核種・反応の寄与

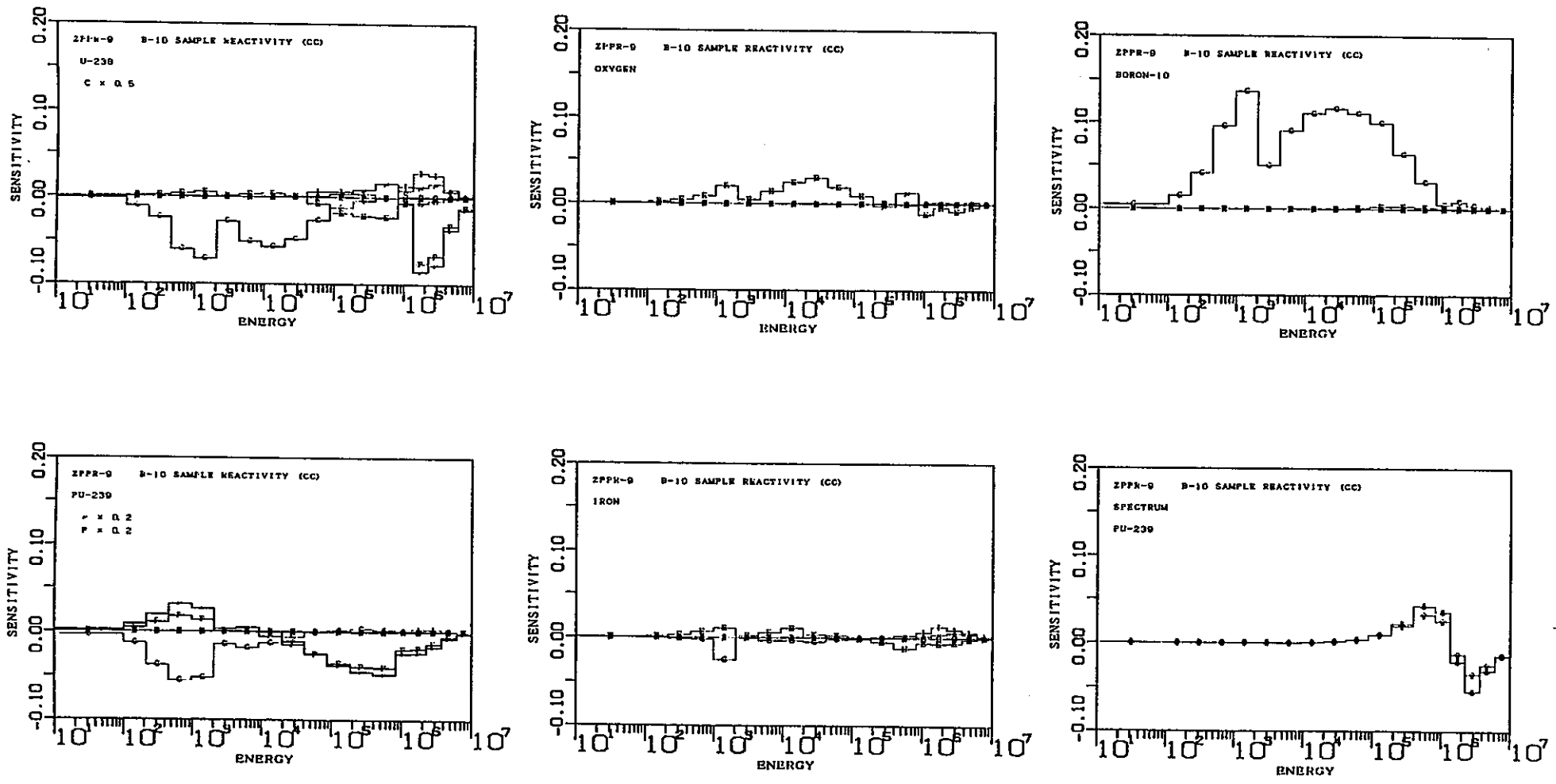


図 5.5 炉心中心 B-1 サンプル反応度に対する感度係数

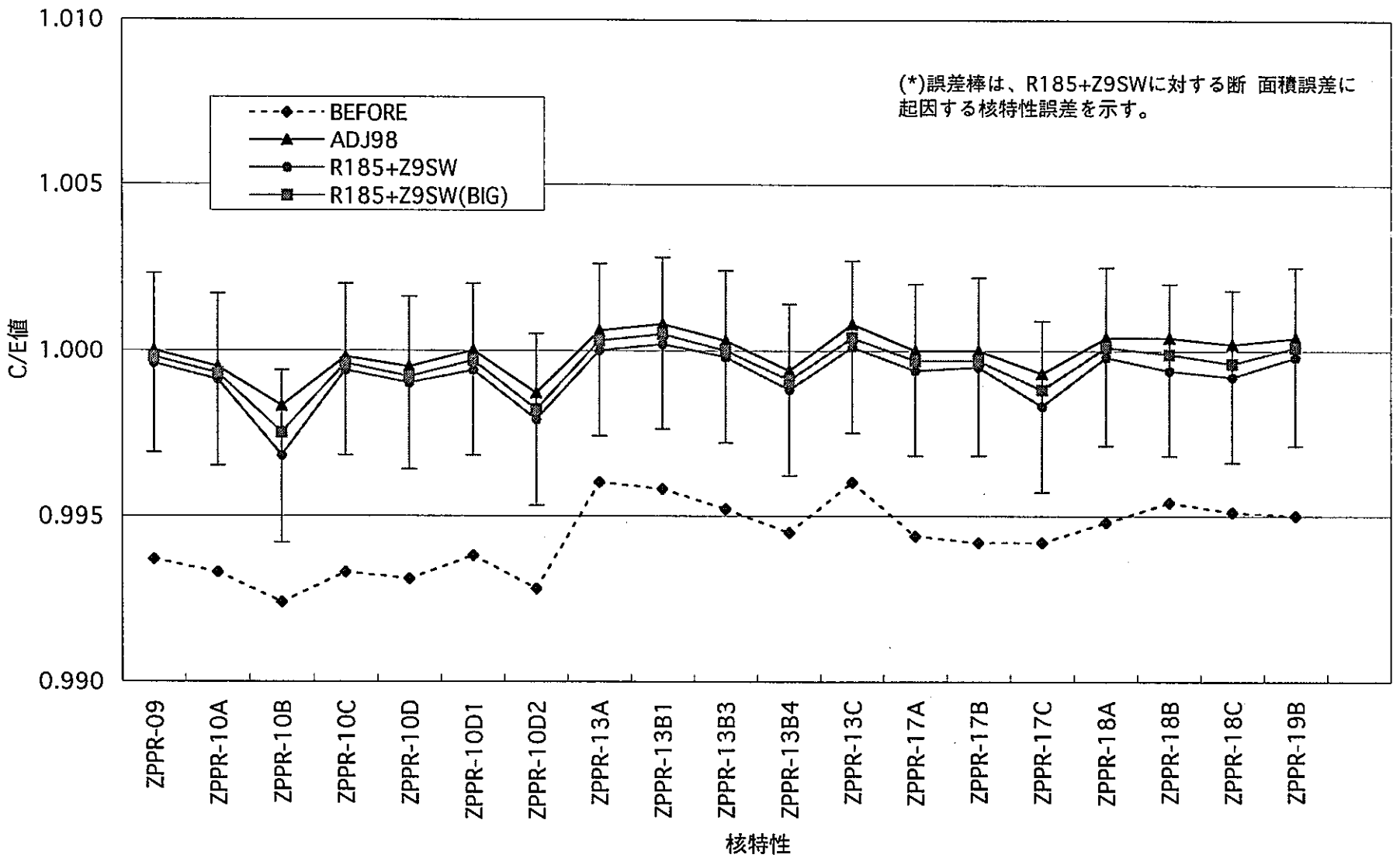


図5.6 炉定数調整前後のC/E値 (臨界性)

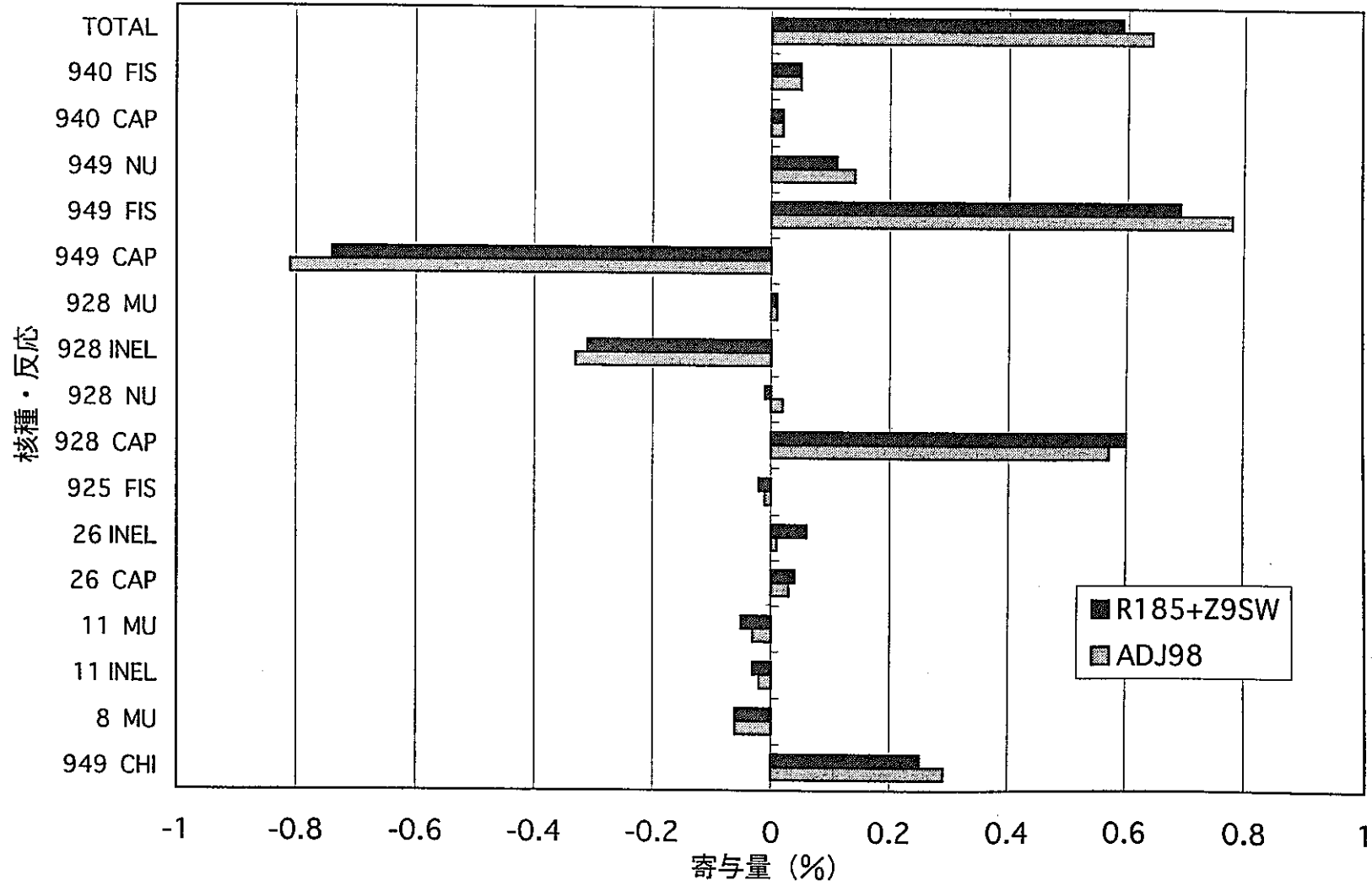


図5.7 ZPPR-9炉心臨界性のC/E値変化量に対する核種・反応の寄与

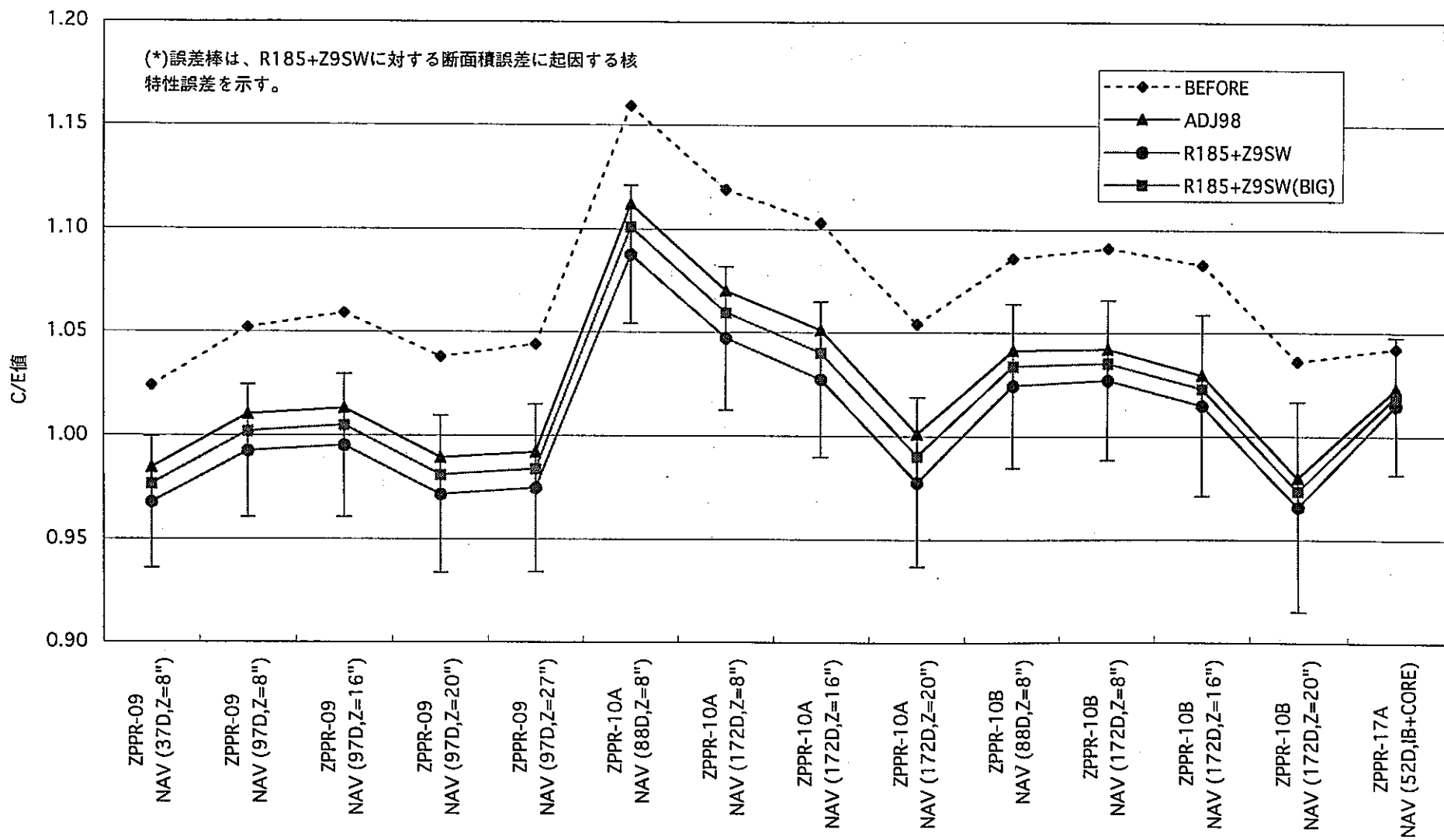


図5.8 炉定数調整前後のC/E値 (Naボイド反応度)

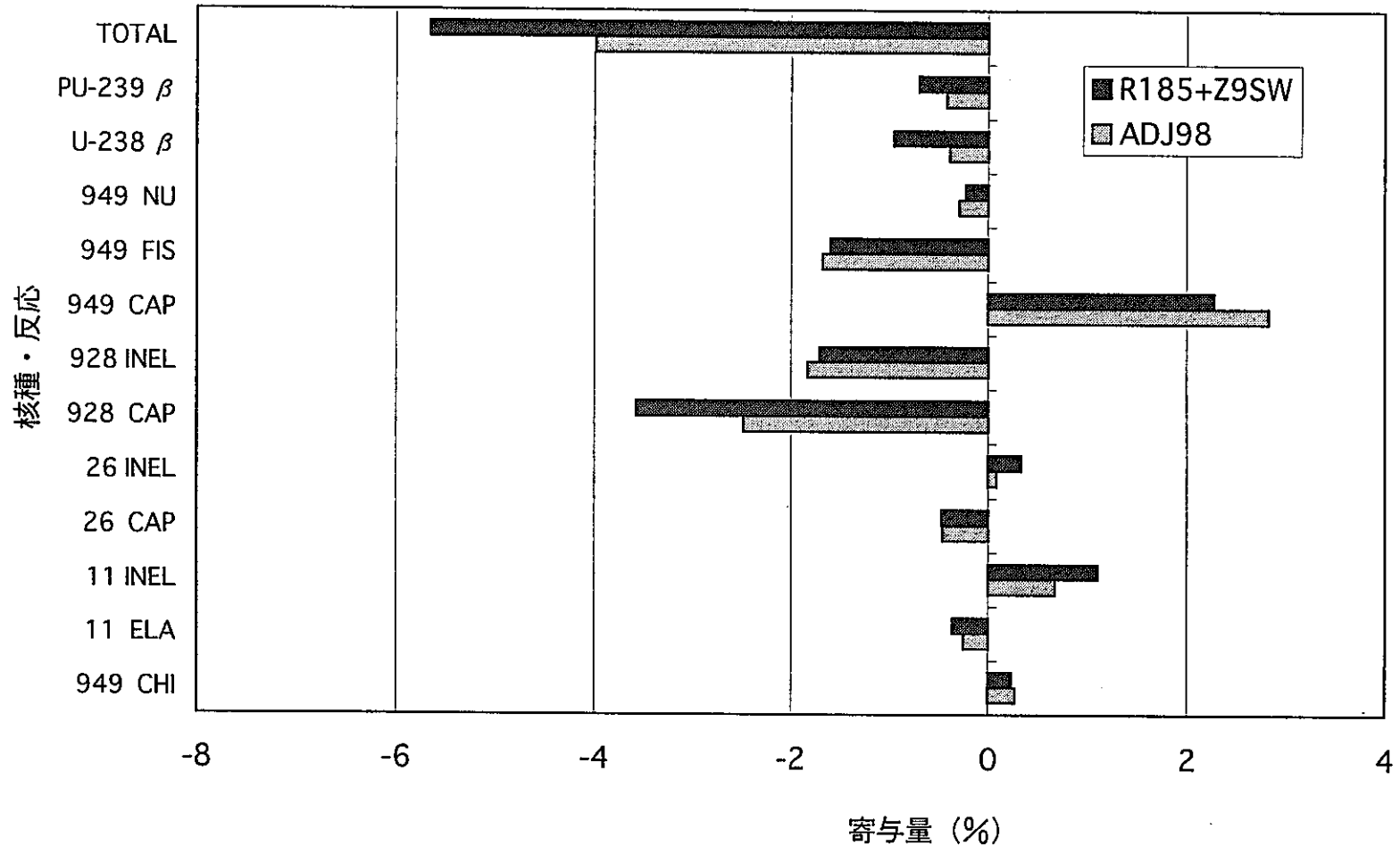


図5.9 ZPPR-9 Naボイド (97ドロワー±8インチ) C/E値変化量に対する核種・反応の寄与

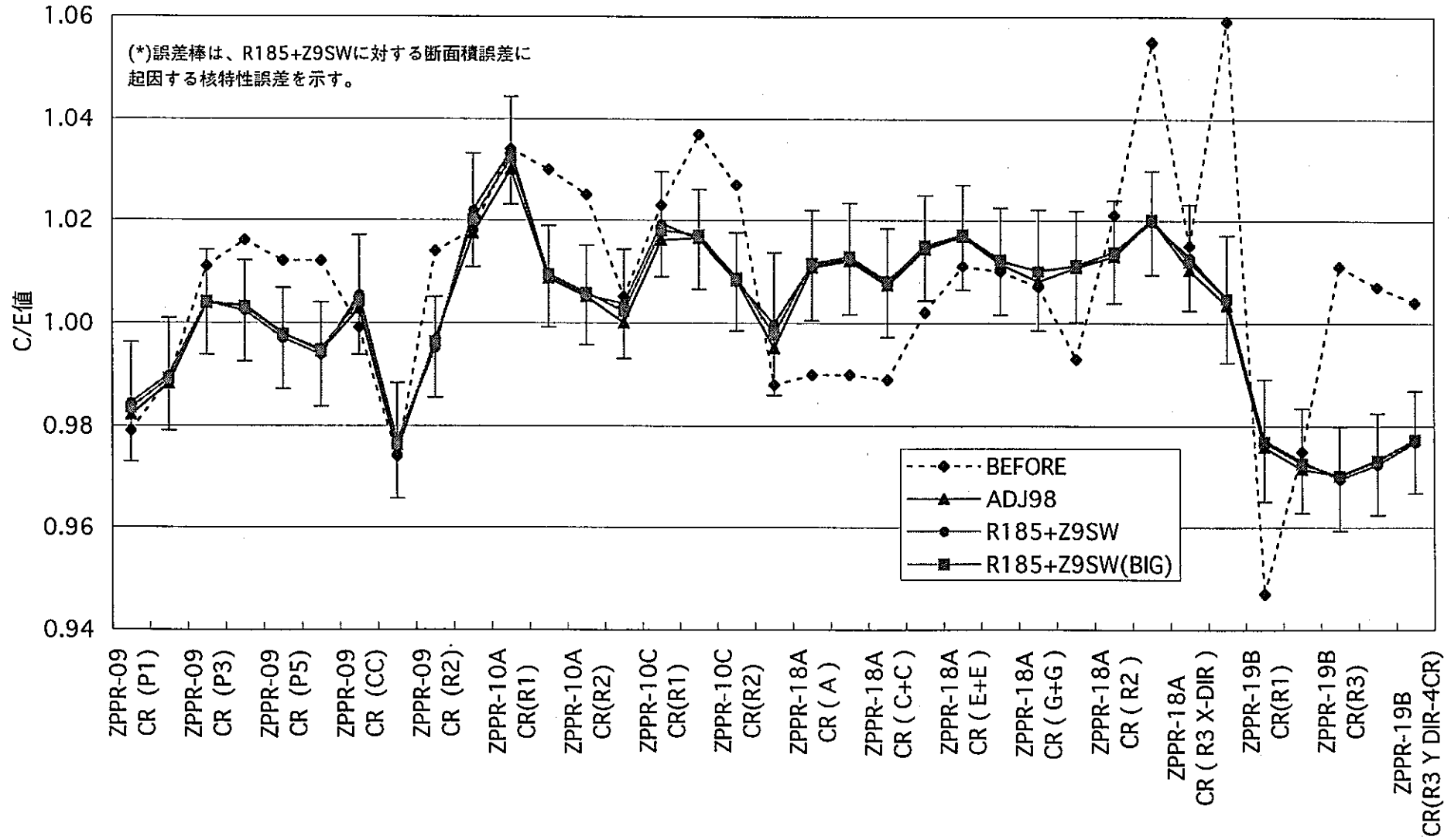


図5.10 炉定数調整前後のC/E値 (制御棒価値)

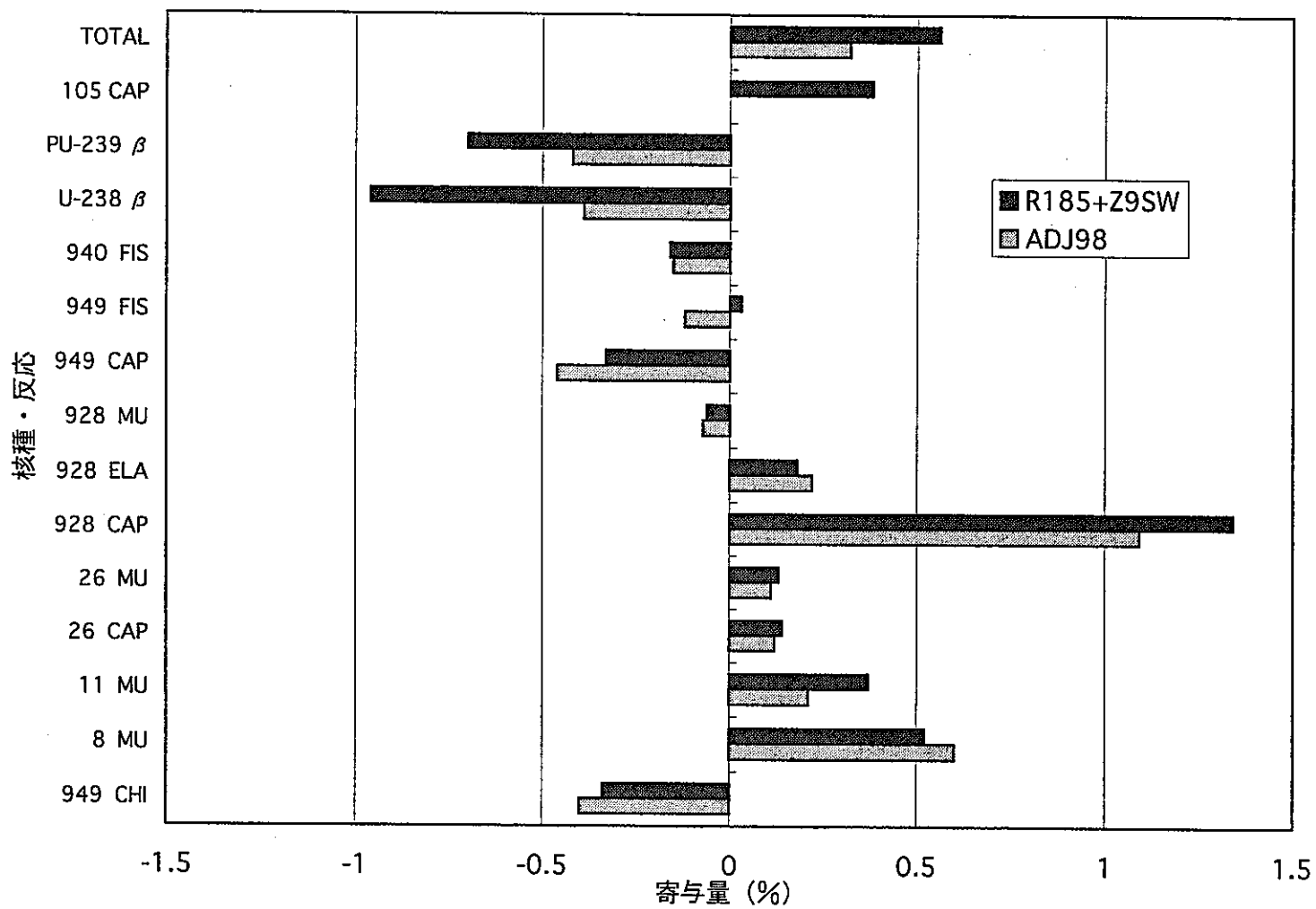


図5.11 ZPPR-9炉心CR(P1)のC/E値変化量に対する核種・反応の寄与

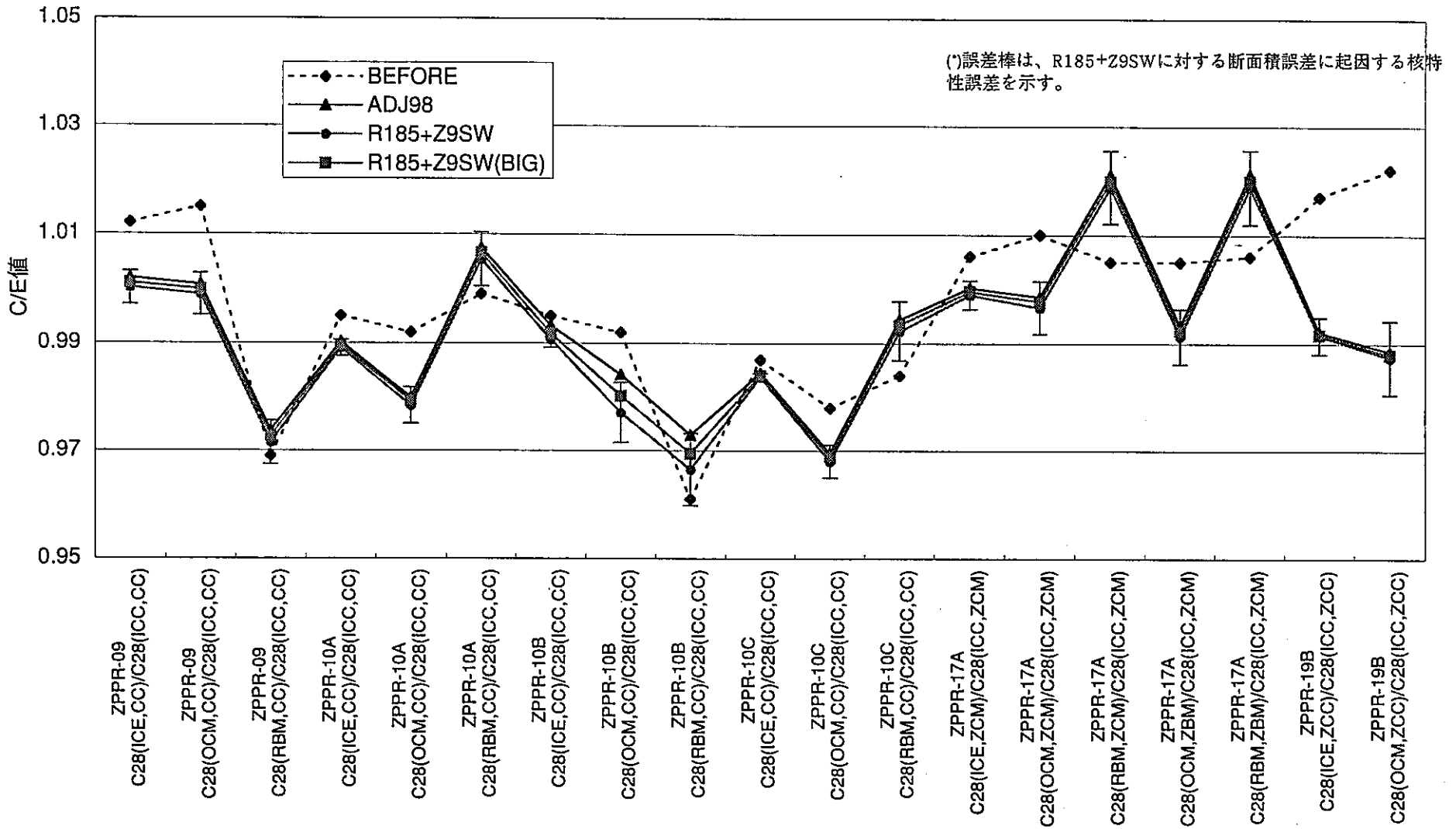


図5.12 炉定数調整前後のC/E値 (C28反応率分布)

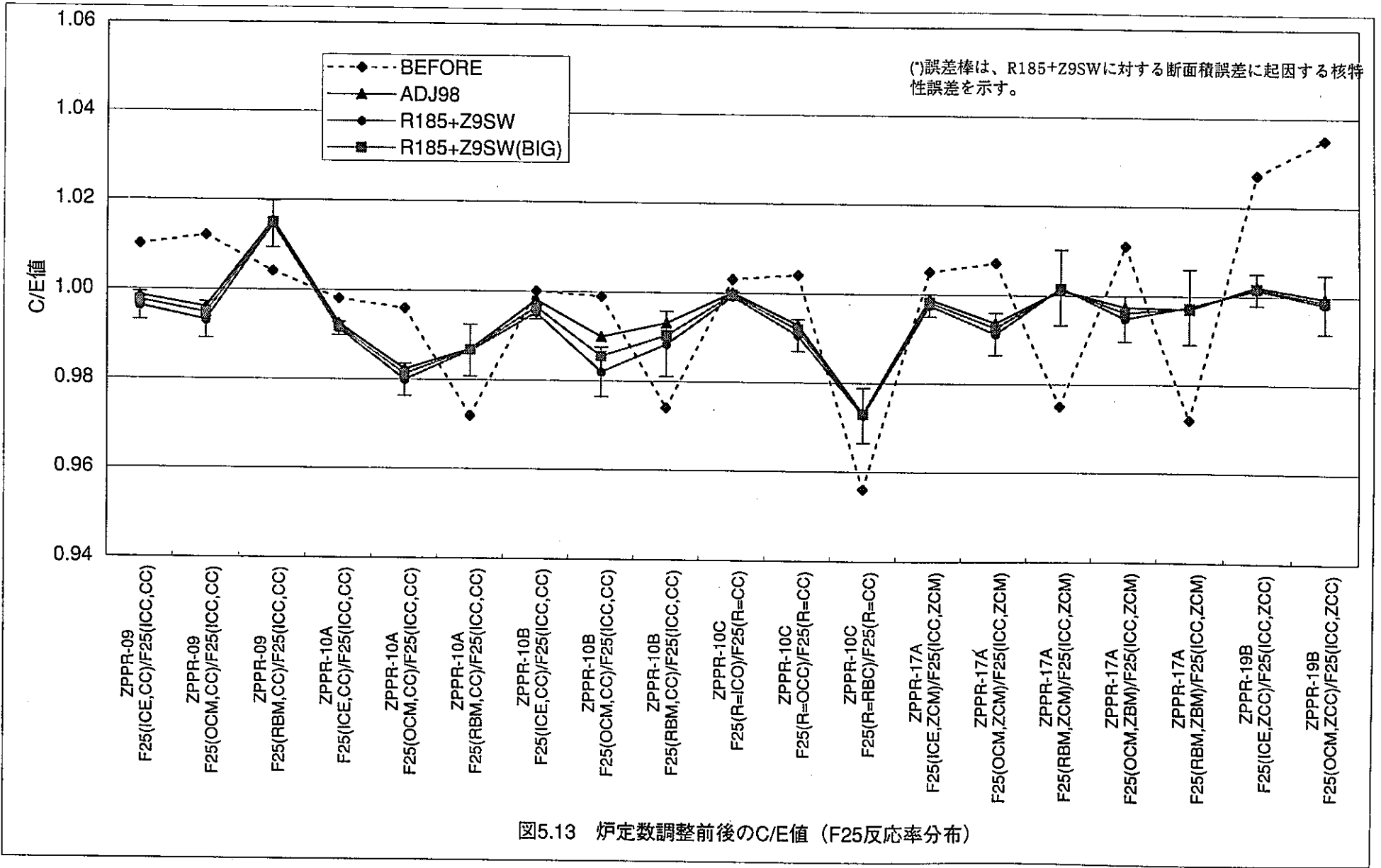


図5.13 炉定数調整前後のC/E値 (F25反応率分布)

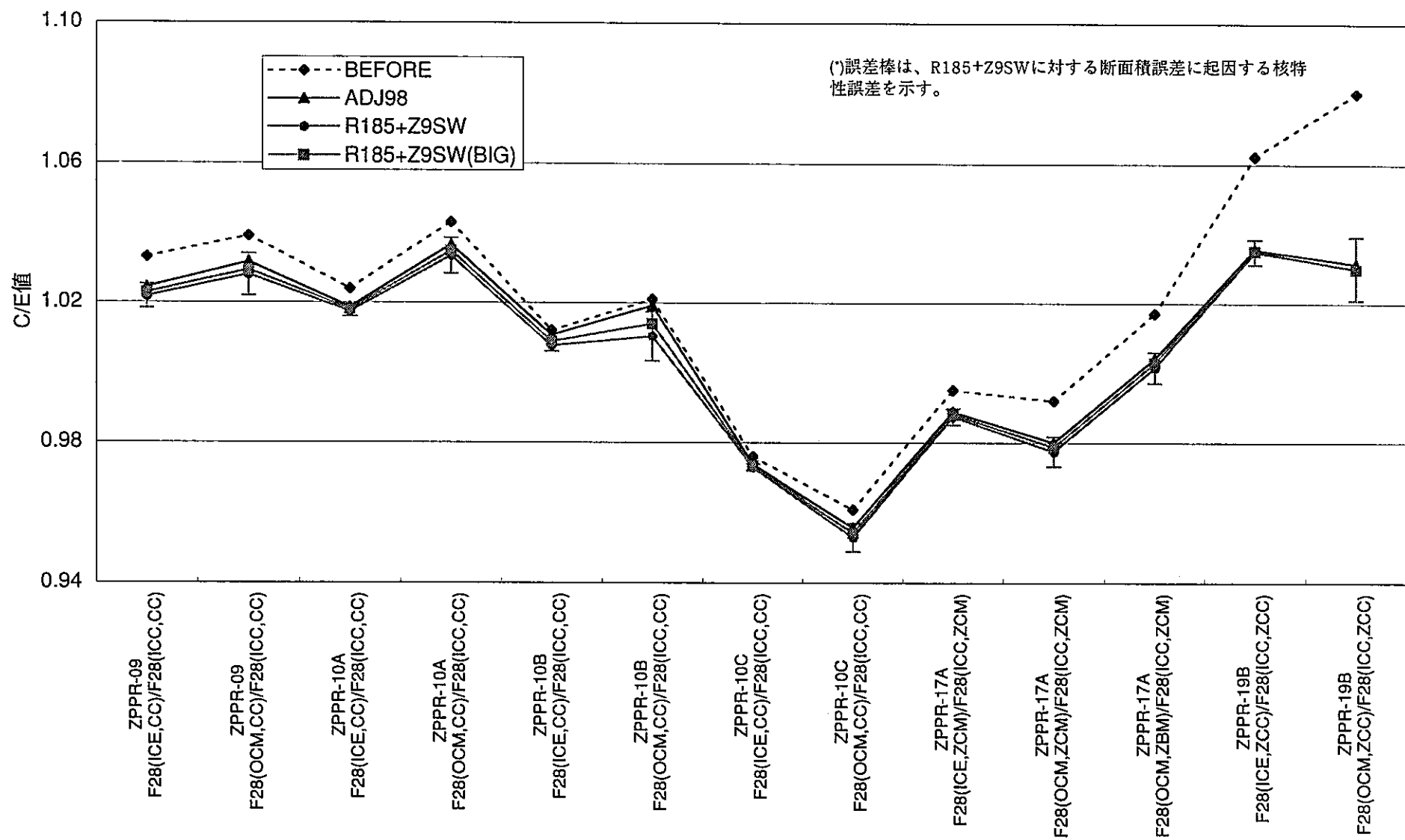


図5.14 炉定数調整前後のC/E値 (F28反応率分布)

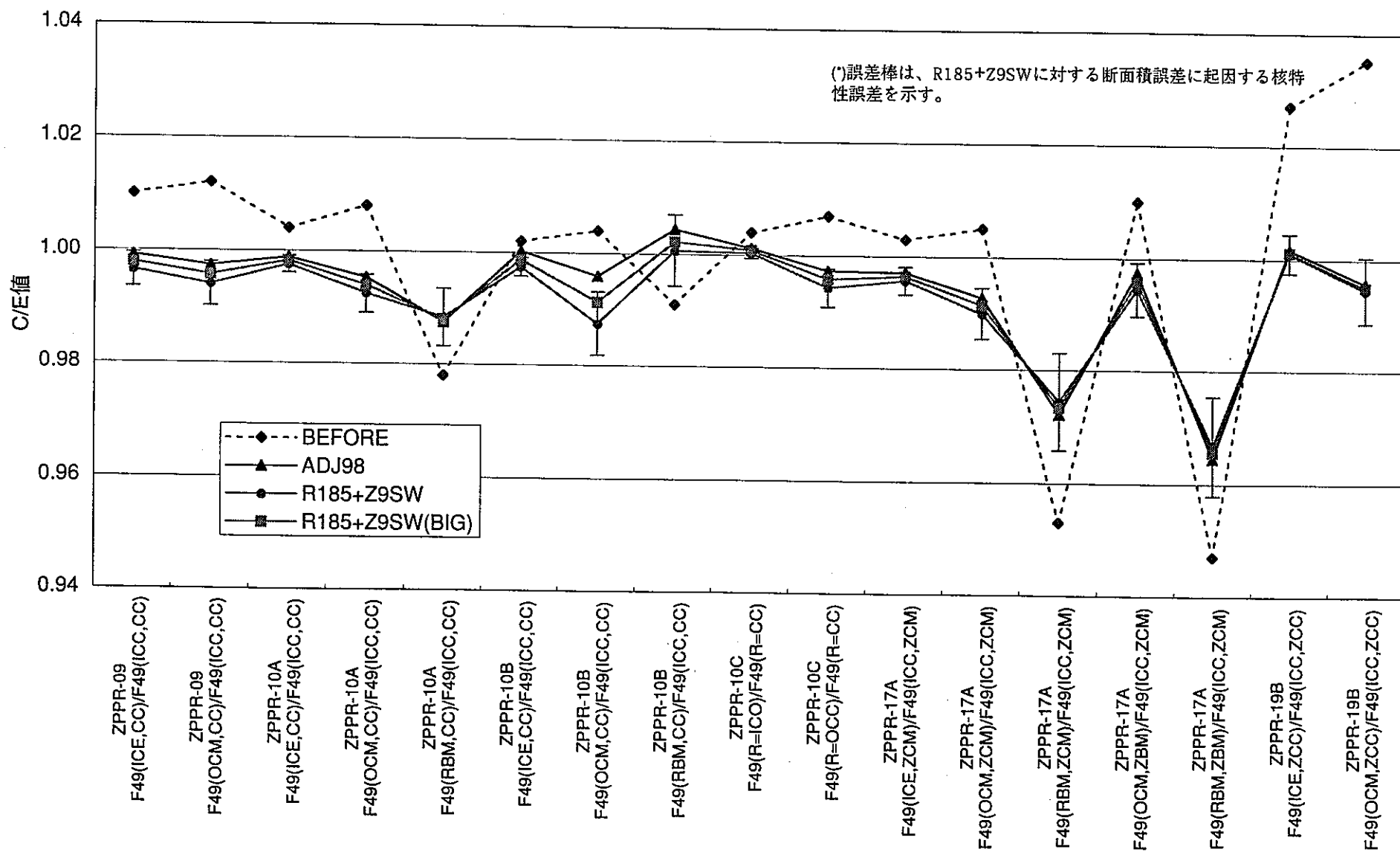


図5.15 炉定数調整前後のC/E値 (F49反応率分布)

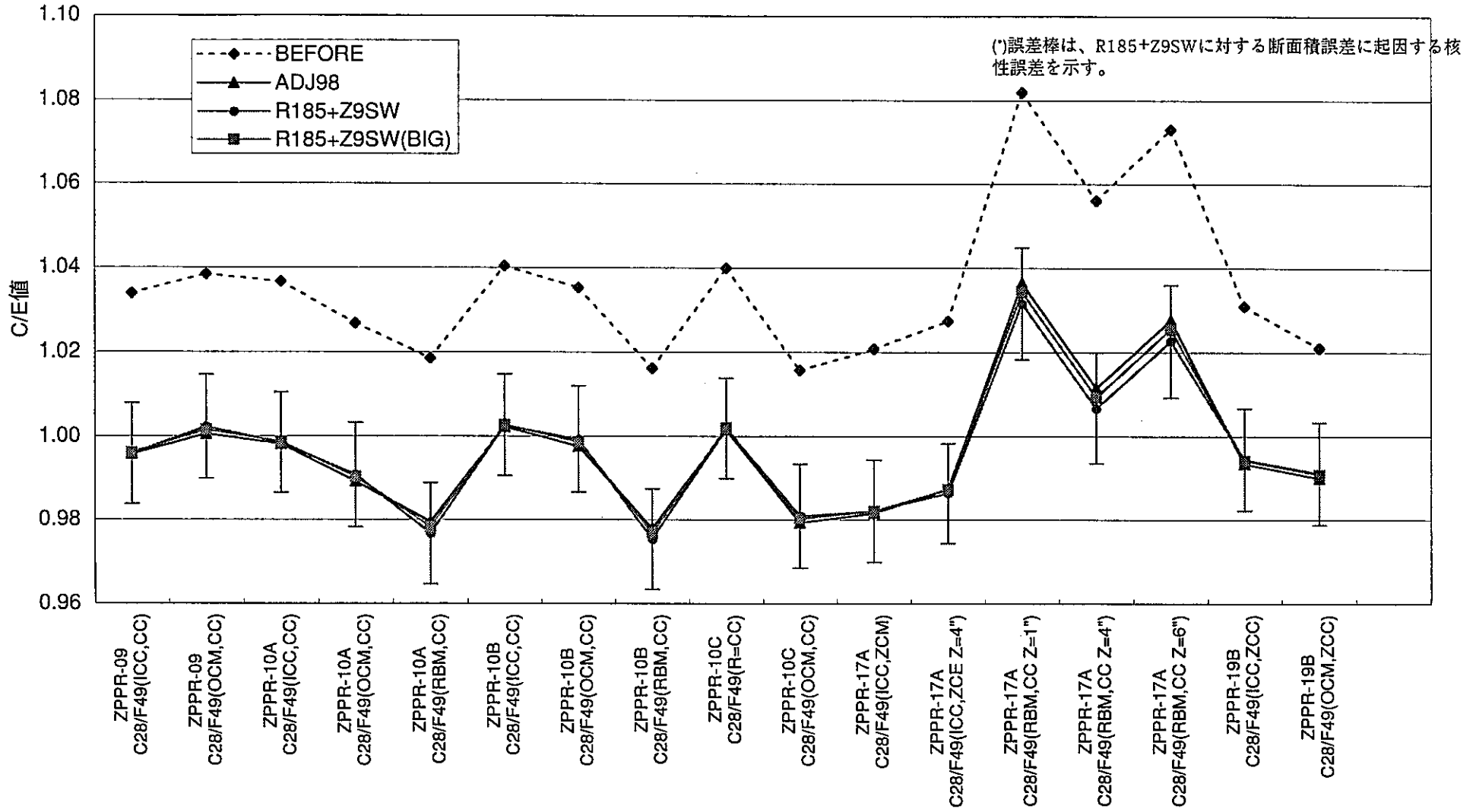


図5.16 炉定数調整前後のC/E値 (C28/F49反応率比)

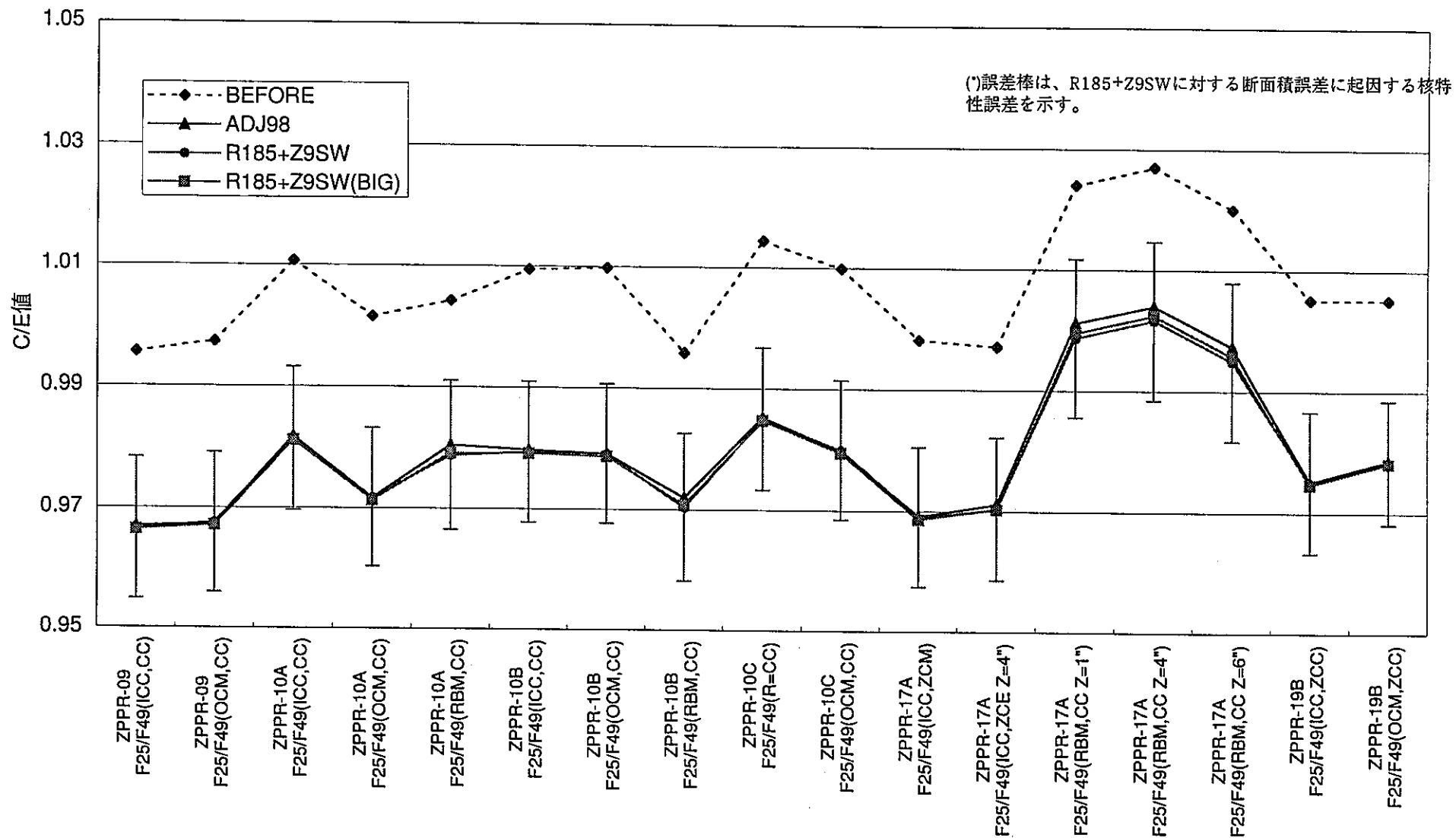


図5.17 炉定数調整前後のC/E値 (F25/F49反応率比)

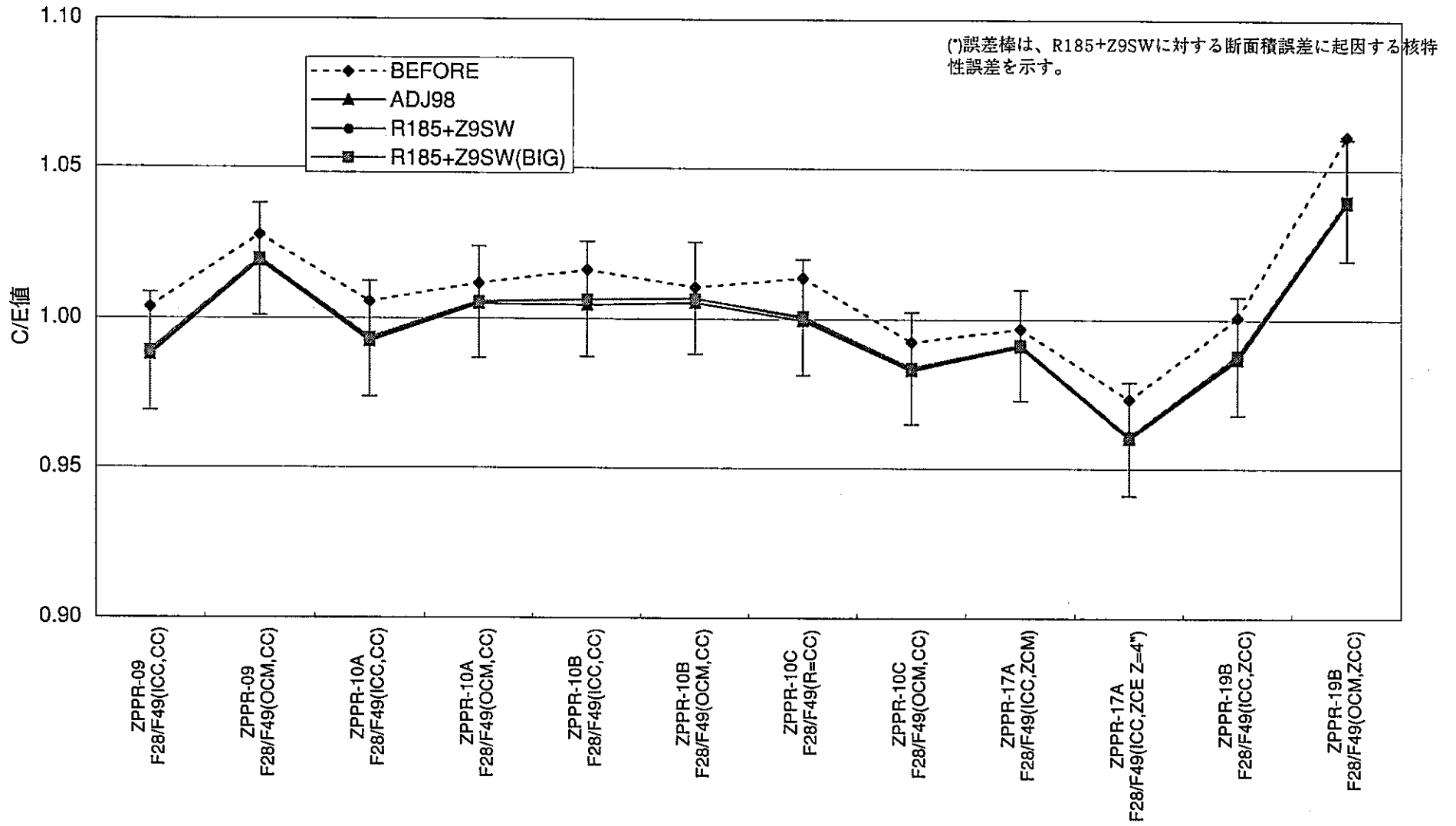
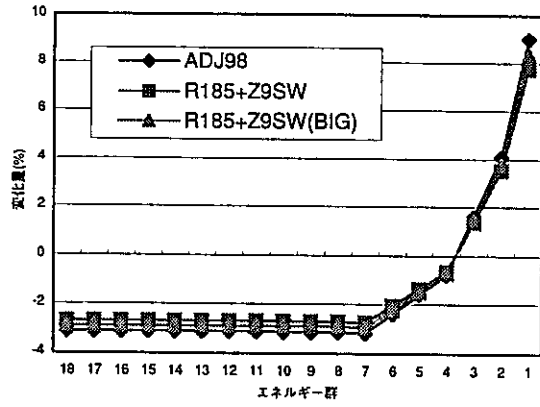
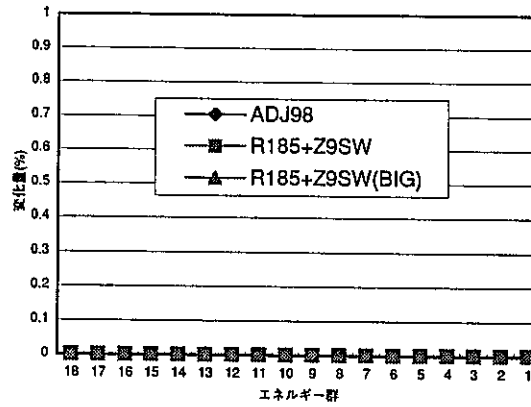


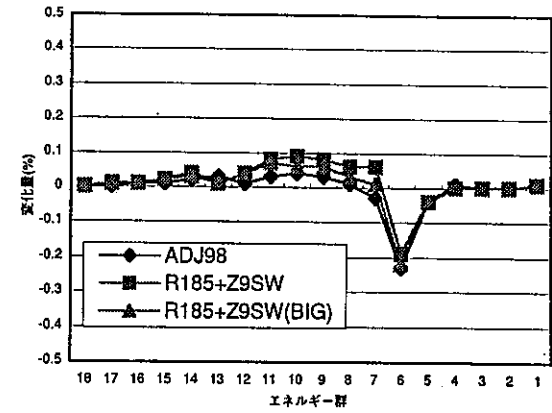
図5.18 炉定数調整前後のC/E値 (F28/F49反応率比)



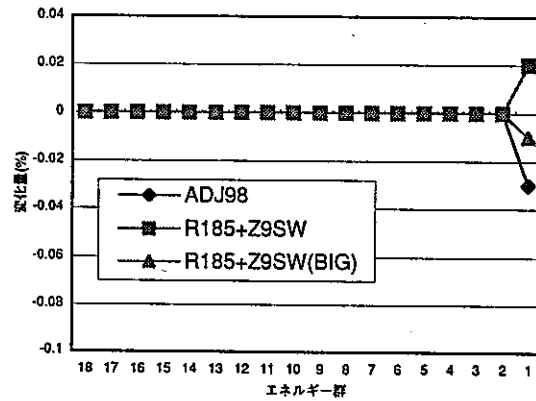
Pu-239核分裂スペクトル調整量



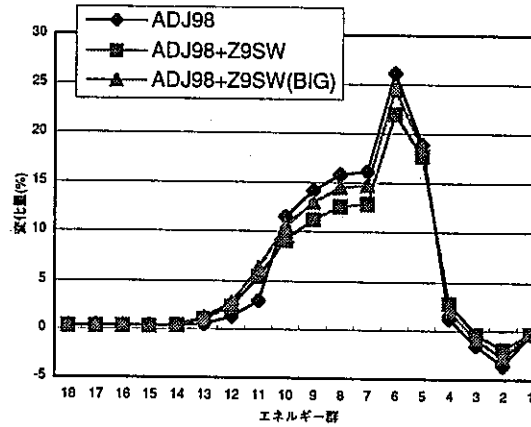
炭素捕獲断面積調整量



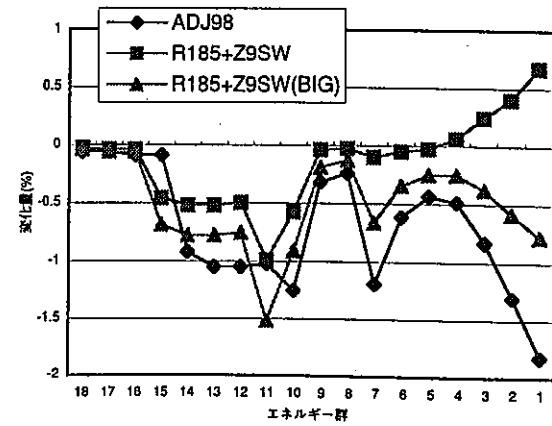
酸素弾性散乱断面積調整量



酸素非弾性散乱断面積調整量

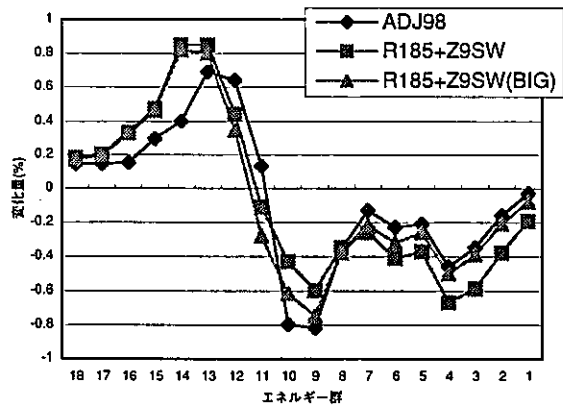


酸素 μ 断面積調整量

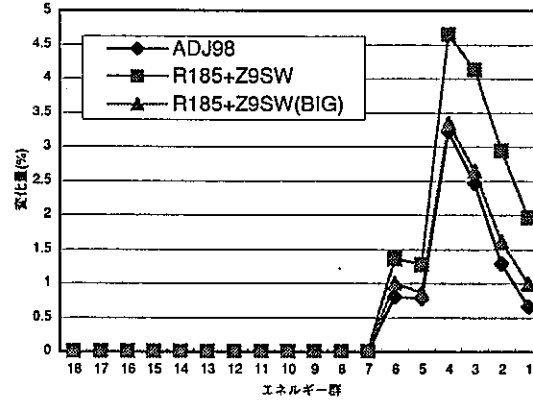


Na捕獲断面積調整量

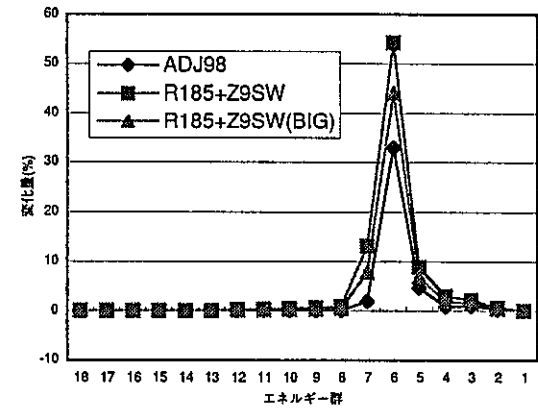
図5.19 (1) 炉定数調整後の断面積変動幅



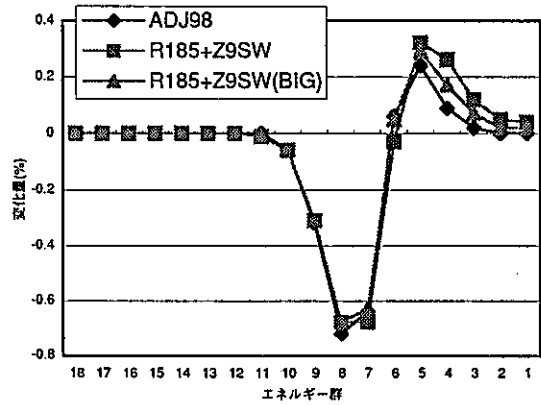
Na弾性散乱断面積調整量



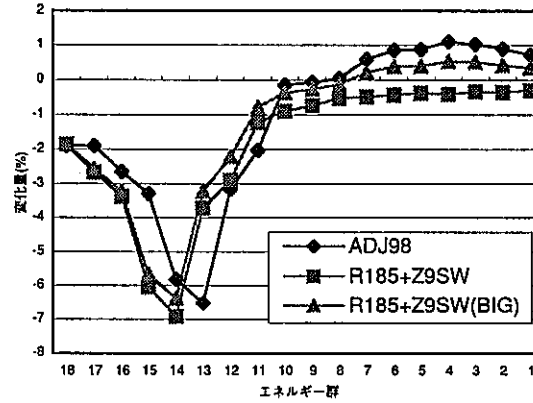
Na非弾性散乱断面積調整量



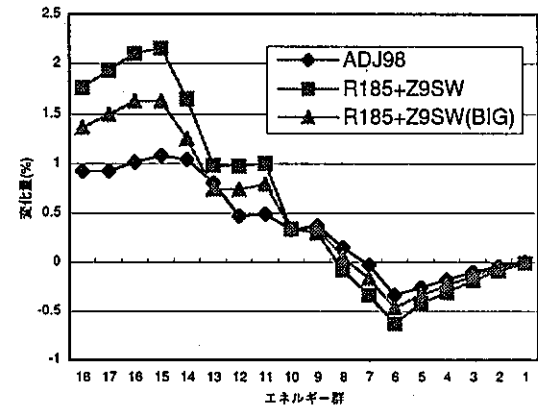
Na μ 断面積調整量



Cr μ 断面積調整量

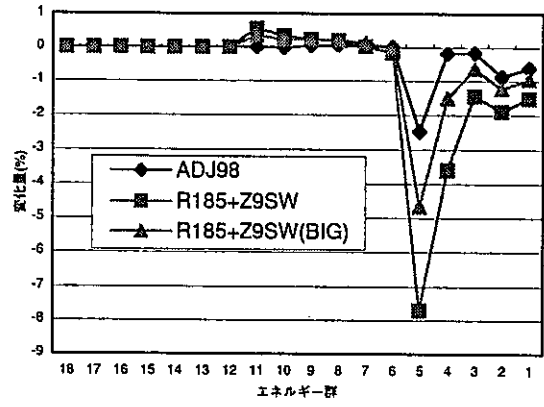


Fe捕獲断面積調整量

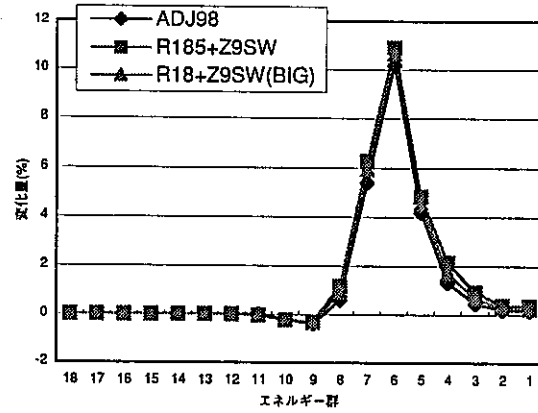


Fe弾性散乱断面積調整量

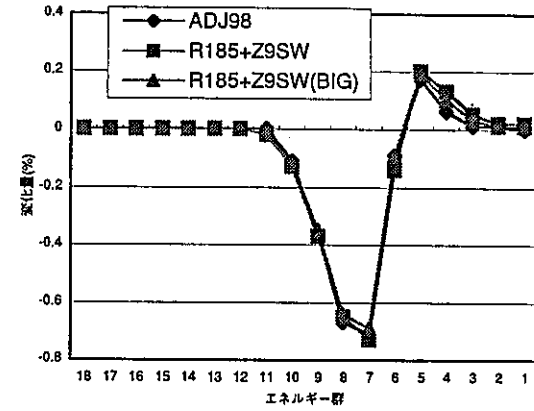
図5.19 (2) 炉定数調整後の断面積変動幅



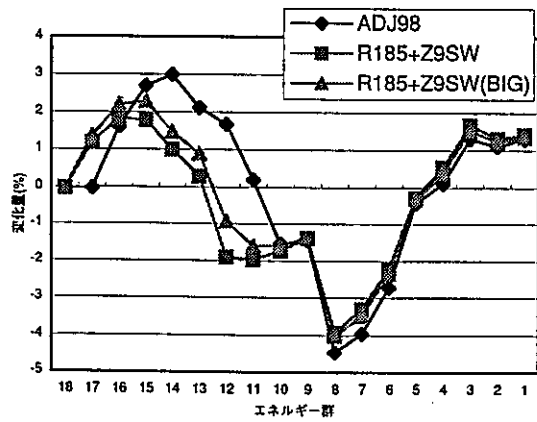
Fe非弾性散乱断面積調整量



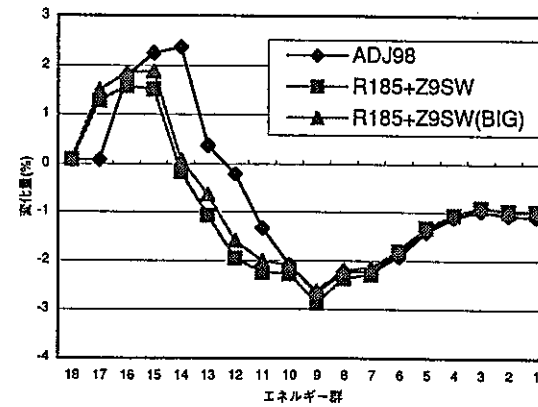
Fe μ 断面積調整量



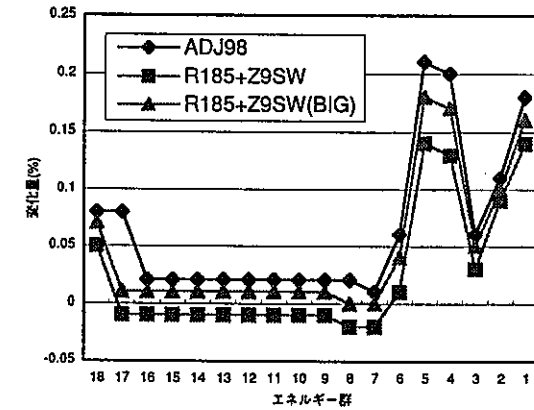
Ni μ 断面積調整量



U-235捕獲断面積調整量

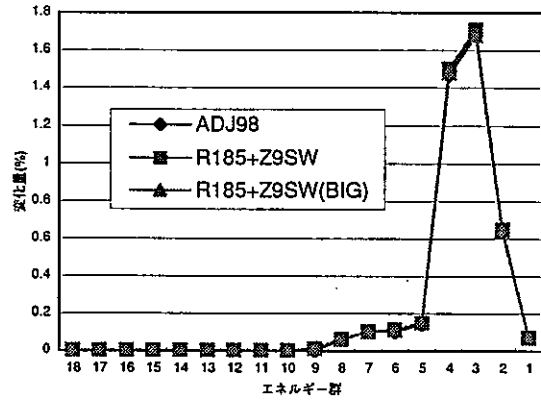


U-235核分裂断面積調整量

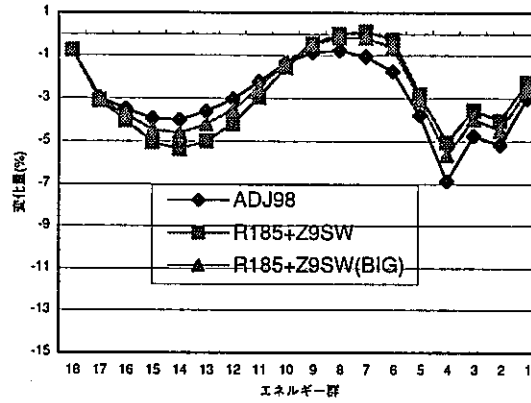


U-235 μ 断面積調整量

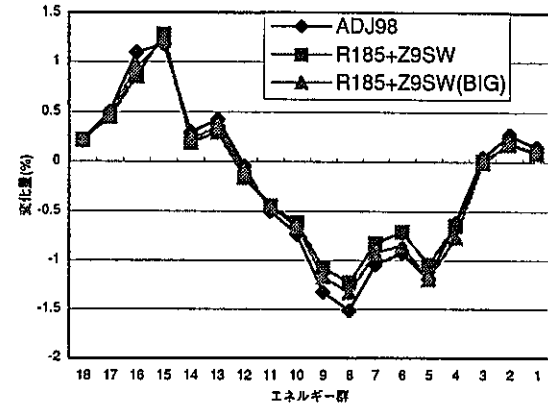
図5.19 (3) 炉定数調整後の断面積変動幅



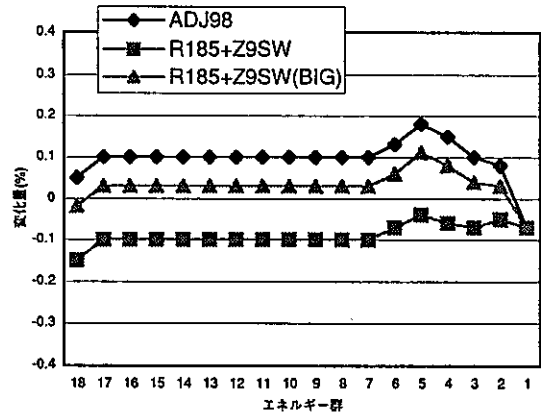
U-235非弾性散乱断面積調整量



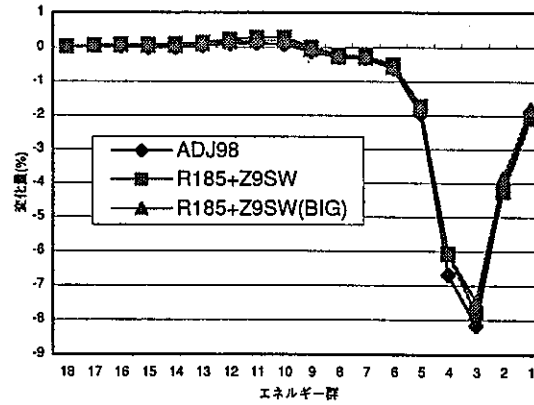
U-238捕獲断面積調整量



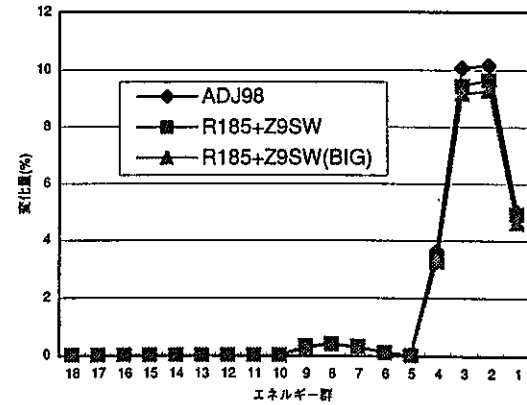
U-238核分裂断面積調整量



U-238 ν 断面積調整量

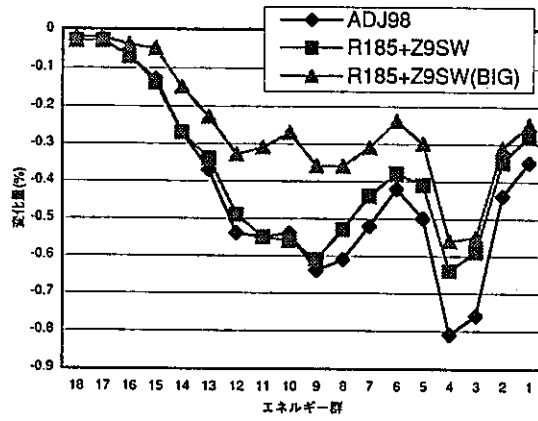


U-238弾性散乱断面積調整量

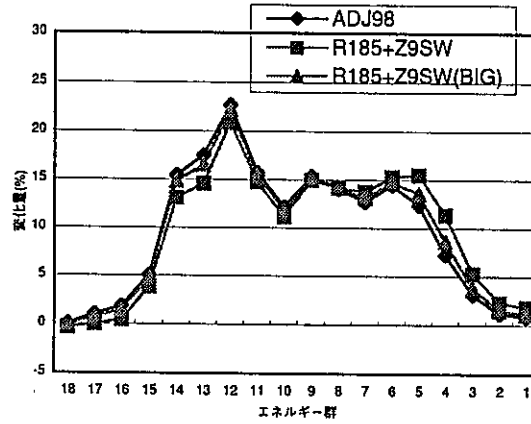


U-238非弾性散乱断面積調整量

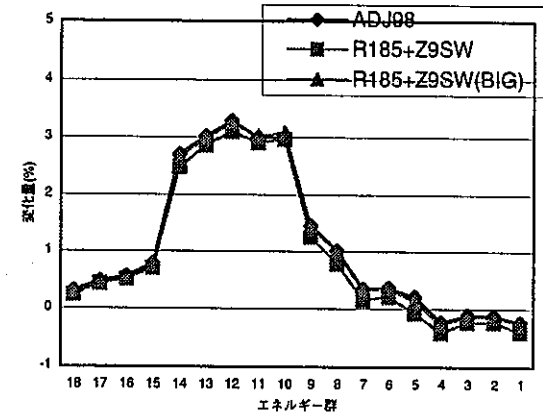
図5.19 (4) 炉定数調整後の断面積変動幅



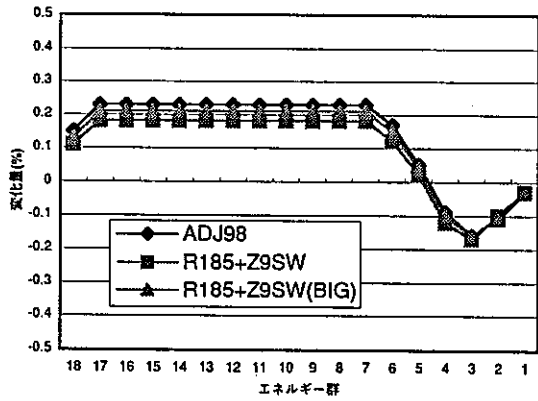
U-238 μ 断面積調整量



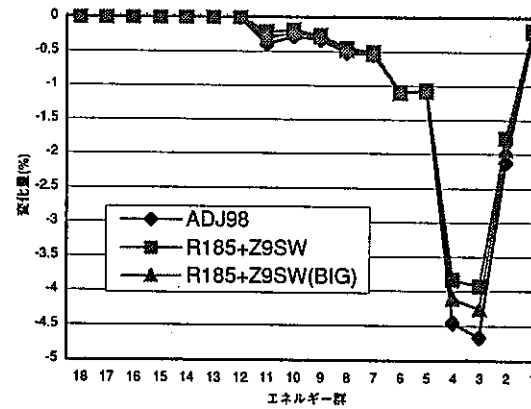
Pu-239捕獲断面積調整量



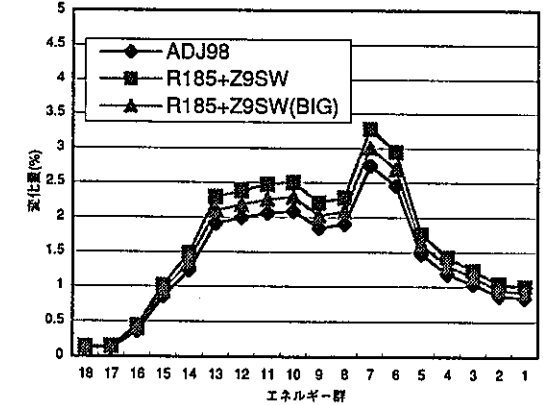
Pu-239核分裂断面積調整量



Pu-239 ν 断面積調整量

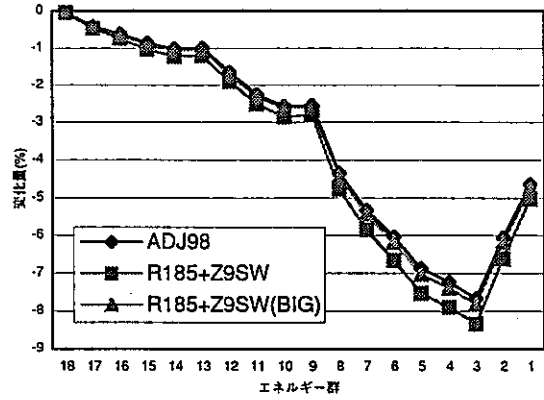


Pu-239非弾性散乱断面積調整量

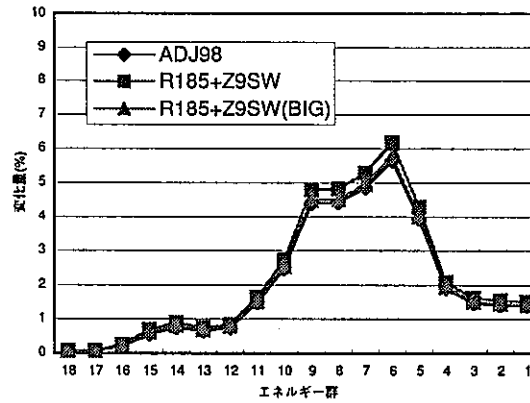


Pu-239 μ 断面積調整量

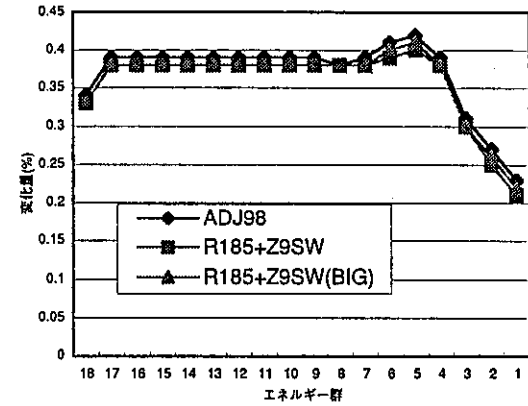
図5.19 (5) 炉定数調整後の断面積変動幅



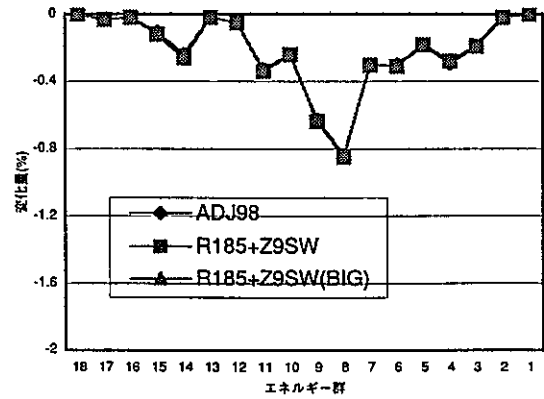
Pu-240捕獲断面積調整量



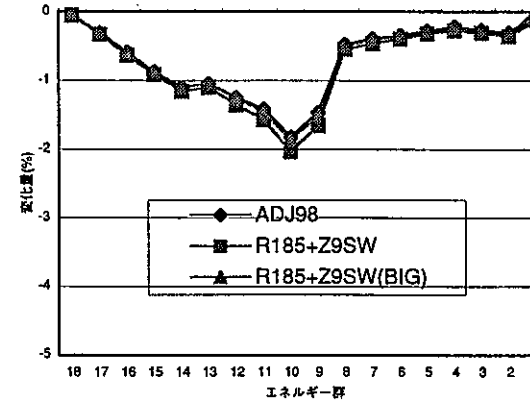
Pu-240核分裂断面積調整量



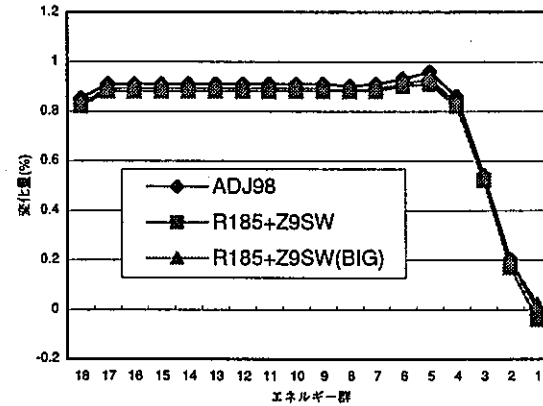
Pu-240 ν 断面積調整量



Pu-241捕獲断面積調整量

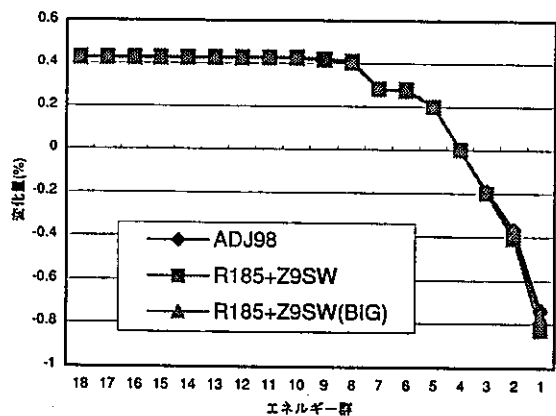


Pu-241核分裂断面積調整量

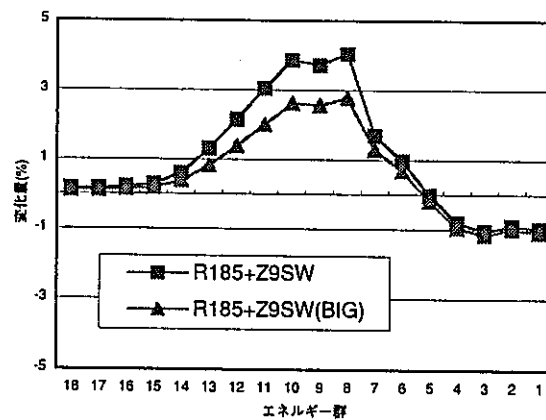


Pu-241 ν 断面積調整量

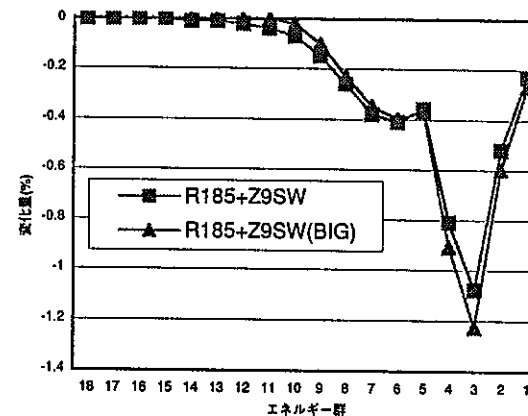
図5.19 (6) 炉定数調整後の断面積変動幅



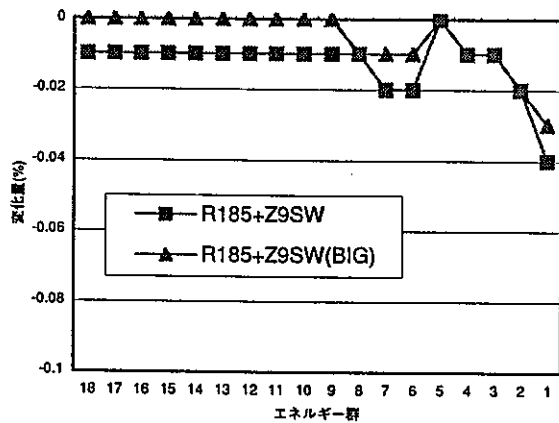
U-235核分裂スペクトル調整量



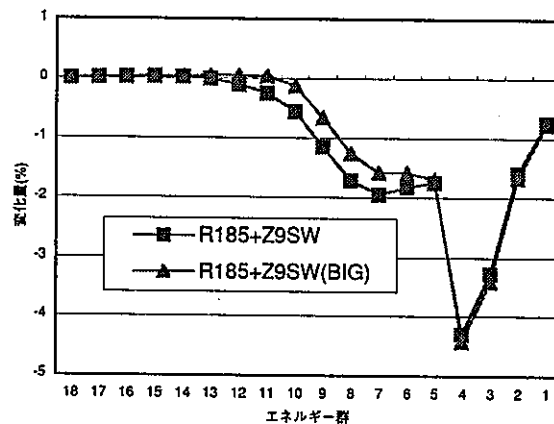
B-10捕獲断面積調整量



B-10弾性散乱断面積調整量

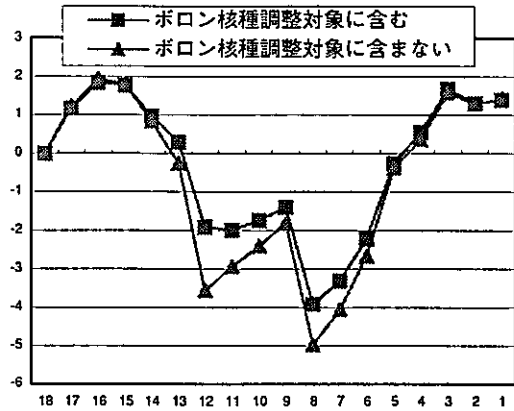


B-10捕獲断面積調整量

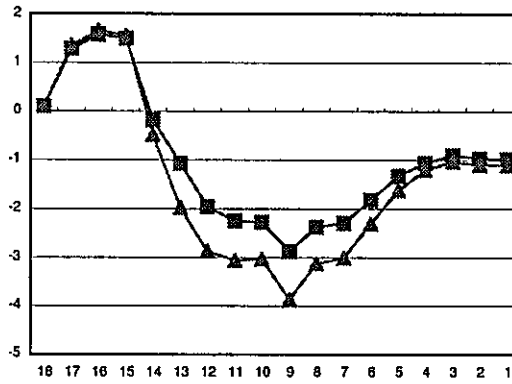


B-10弾性散乱断面積調整量

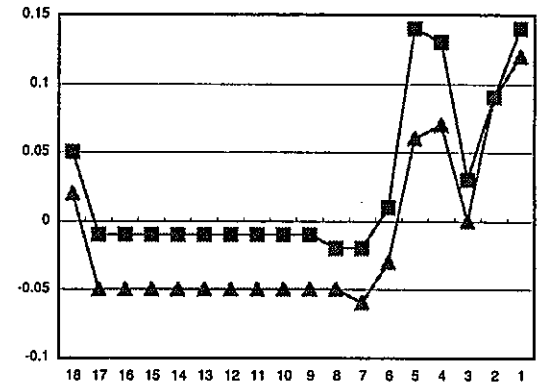
図5.19 (7) 炉定数調整後の断面積変動幅



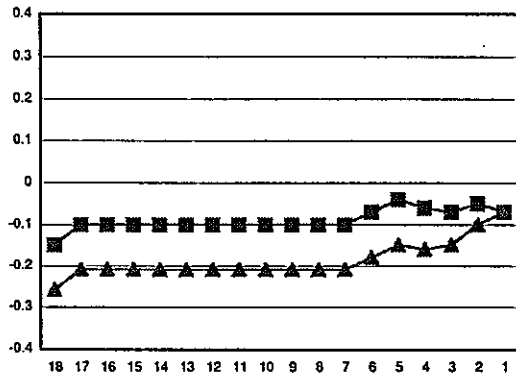
U-235捕獲断面積調整量



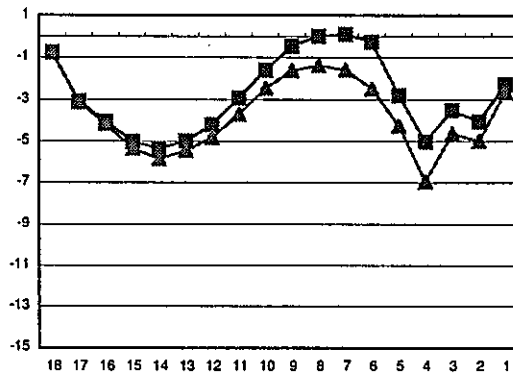
U-235核分裂断面積調整量



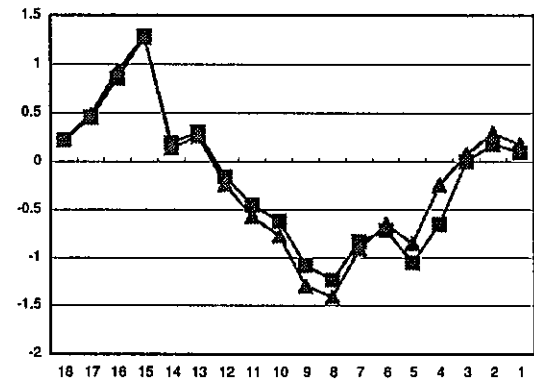
U-235 μ 断面積調整量



U-238 ν 断面積調整量

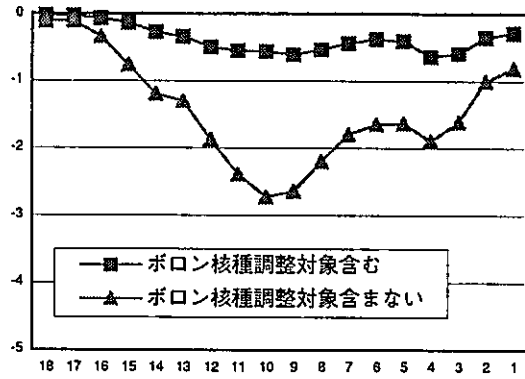


U-238捕獲断面積調整量

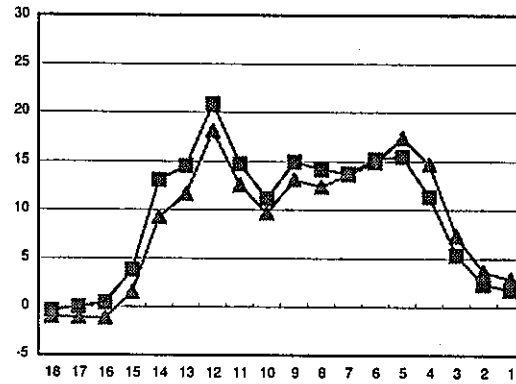


U-238核分裂断面積調整量

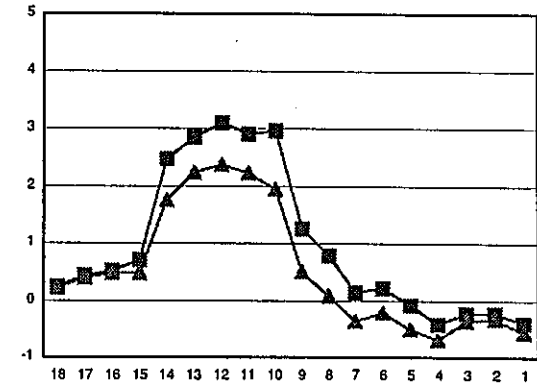
図5.20 (1) 硼素核種を炉定数調整対象核種に含めた場合の断面積変化へ与える影響 (ADJ98+Z9SWケース)



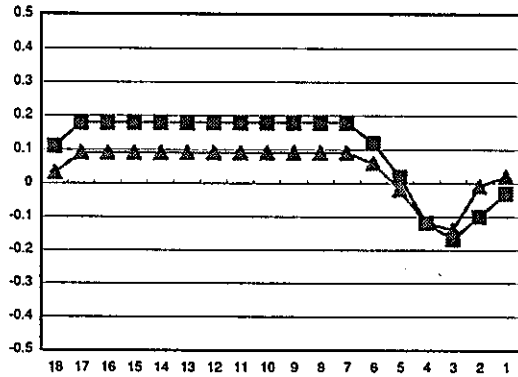
U-238 μ 断面積調整量



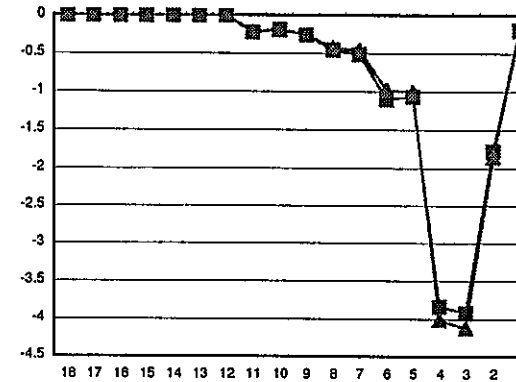
Pu-239捕獲断面積調整量



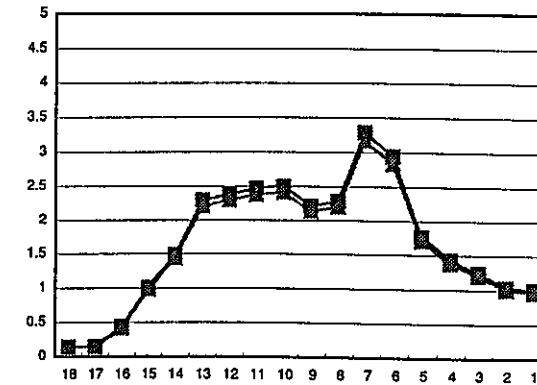
Pu-239核分裂断面積調整量



Pu-239 ν 断面積調整量



Pu-239非弾性散乱断面積調整量



Pu-239 μ 断面積調整量

図5.20 (2) 硼素核種を炉定数調整対象核種に含めた場合の断面積変化へ与える影響 (ADJ98+Z9SWケース)

第6章 結言

ZPPR-9 炉心の微少サンプル反応度実験 (PU-30、U-6、DU-6、SS-1、B-1 の 5 種類) を、最新の核データライブラリ JENDL-3.2 と、JUPITER 臨界実験解析で確立された最新解析手法を用いて評価した結果、以下の結論が得られた。

各領域における補正後平均 C/E 値について、内側炉心部では、おおむね±5%程度 (SS-1 サンプルを除く) におさまることが判明した。また、SS-1 および DU-6 サンプルの C/E 値の分散は外側炉心より外側で極端に悪化 (表中から除外) しているが、これは測定されたサンプル反応度が非常に小さいためであると考えられる。また、いずれのサンプルでも外側炉心に行くにつれて C/E 値が大きくなる径方向依存性が見られるが、特に B-1 サンプルは径方向依存性が約 10%とかなり大きい。

引き続き、JENDL-3.2 に基づく統合炉定数 ADJ98 を基準とし、今回評価した微少サンプル反応度の解析結果を加えて、炉定数調整に対する影響を検討した。

- ・基準の ADJ98 統合炉定数を使用した ZPPR-9 サンプル反応度核特性の C/E 値は、B-1 サンプルを除けば、JENDL-3.2 を使用した結果と比べ全て改善し、また、断面積誤差に起因する核特性誤差 (GM'G) を改善する方向に動いた。一方、炉心中心部の B-1 サンプル反応度は、調整後 C/E 値が依然として 7%と大きな過小評価となっており、さらに実験・解析結果を調査・検討する必要がある。
- ・サンプルワース以外の核特性において、サンプルワースを炉定数調整対象に含めた場合とそうでない場合の調整後 C/E 値の違いは、臨界性で 0.1%程度、Na ボイド反応度で 2~3%の差があった。しかし、それ以外の核特性は、両者の調整後 C/E 値にほとんど差がみられない。
- ・198 核特性による調整計算で硼素 (B) を調整対象核種に含めることにより、特に B-10 捕獲反応の断面積が調整され、B-1 サンプルの C/E 値変化に大きな寄与を示した。また、硼素を含めない場合、硼素以外の核種・反応で調整してしまうため、硼素に大きな感度がある核特性を調整対象に含めた今回の調整計算には、硼素を調整対象核種に含めることが必要である。

結論として、今回の ZPPR-9 炉心の微少サンプル反応度核特性を含めた炉定数調整計算は、ADJ98 と比べ極端な違いは見られず、妥当な結果が得られたと言える。

参考文献

- (1) M. J. Lineberry, et al.: "Experimental Studies of Large Conventional LMFBR Cores at ZPPR," Proc. of Fast Reactor Physics 1979, Aix-en-provence, IAEA-SM-244/86, p.187 (Sep. 1979)
- (2) S. G. Carpenter, et al.: "Experimental Studies of 6000-Litre LMFBR Cores at ZPPR," Proc. of Conf. 1980 Advances in Reactor Physics and Shielding, Sun Valley, p.521 (Sep. 1980)
- (3) H. F. McFarlane, et al.: "Experimental Studies of Radially Heterogeneous Liquid-Metal Fast Breeder Reactor Critical Assemblies at the Zero-Power Plutonium Reactor," Nuclear Science and Engineering 87, p.204 (1984)
- (4) P. J. Collins, et al.: "Measurements and Analysis of Control Rod Worths in Large Heterogeneous LMFBR Cores," Proc. of Topical Meeting on Reactor Physics and Shielding, Chicago, p.647 (Sep. 1984)
- (5) S. B. Brumbach, et al.: "Experiments and Analysis for an Axially Heterogeneous Liquid-Metal Reactor Assembly at the Zero-Power Physics Reactor," Nuclear Science and Engineering 103, p.219 (1989)
- (6) S. B. Brumbach, et al.: "Experiments and Analysis for Large Conventional Fast Reactors in ZPPR-18/19," Proc. of the International Conference on the Physics of Reactors : Operation, Design and Computation, p.V-63 (Apr. 1990)
- (7) M. Ishikawa: "Consistency Evaluation of JUPITER Experiment and Analysis for Large FBR Cores," Proc. of Int. Conf. on the Physics of Reactors (PHYSOR96), Mito, Japan, Vol.2, p.E-36 (Sep. 1996)
- (8) 石川眞、佐藤若英、杉野和輝、横山賢治、沼田一幸、岩井武彦：「核設計基本データベースの整備（Ⅷ）－JUPITER 実験解析結果の集大成－」、PNC TN9410 97-099、サイクル機構（1997年11月）
- (9) 横山賢治、沼田一幸、石川眞：「JENDL-3.2 に基づく大型高速炉用統合炉定数の整備」、JNC TN9400 99-042、サイクル機構（1999年4月）
- (10) T.Nakagawa, et al.:Japanese Evaluated Nuclear Data Library Version 3 Revision-2: JENDL-3.2," , " Journal of Nuclear Science and Technology 32, p.1259 (Dec. 1995)
- (11) M.Nakagawa:"Summary of JENDL-2 General Purpose File," JAERI-M 84-103 (1984)
- (12) 核設計データベース WG：「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 TN9410 93-219、サイクル機構（1993年10月）
- (13) M. Bando, et al.: "Three-Dimensional Transport Calculation Method for Eigenvalue Problems Using Diffusion Synthetic Acceleration," Journal of Nuclear Science and Technology 22, p.841 (1985)
- (14) T. Yamamoto, et al.: "Three-Dimensional Transport Correction in Fast Reactor Analysis," Journal of Nuclear Science and Technology 23, p.849 (1986)
- (15) 核設計データベース WG：「核設計基本データベースの整備（Ⅱ）－JUPITER- I 実験データ集－」、PNC TN9410 93-010、サイクル機構（1992年12月）

- (16) 核設計データベース WG : 「核設計基本データベースの整備 (VI) - JUPITER-II 実験データ集 -」、PNC TN9450 96-052、サイクル機構 (1996 年 10 月)
- (17) T. Tone: "A Numerical Study of Heterogeneity Effects in Fast Reactor Critical Assemblies," Journals of Nuclear Science and Technology 12, p.467 (Aug. 1975)
- (18) S. Ono, et al.: Technol. Rep. Osaka Univ., 33, 1708, 207 (1983)
- (19) M. Nakagawa, et al.: "SLAROM : A Code for Cell Homogenization Calculation of Fast Reactor," JAERI 1294 (1984)
- (20) P.Benoist: "Streaming Effects and Collision Probabilities in Lattices," Nuclear Science and Engineering 34, p.285 (1967)
- (21) 飯島進、他 : 「高速炉設計用計算プログラム・2 (2 次元・3 次元拡散摂動理論計算コード : PERKY)」、JAERI-M 6993 (1977 年 2 月)

付録1 Lumpモデルによるサンプル実効定数作成

付録2 反応度の単位換算

付録3 ユーティリティプログラムXMIXの改修

付録1 Lump モデルによるサンプル実効定数作成

Lump モデルの i 核種のバックグラウンド断面積は、

$$\sigma_0^i = \sigma_{0s}^i + \frac{1}{N_s^i} \times \frac{A_s}{4V_s} \times a = \sigma_{0s}^i + \frac{a}{N_s^i l_s} \quad l_s = \frac{4V_s}{A_s} \quad (1)$$

ここで、

σ_{0s}^i : サンプルのバックグラウンド断面積

N_s^i : サンプルの i 核種の原子数密度

A_s : サンプルの表面積

V_s : サンプルの体積

l_s : サンプルの平均弦長

a : Bell または Levin 係数

となる。ところで、SLAROM で非均質モデルのバックグラウンド断面積は、

$$\sigma_0^i = \sigma_{0s}^i + \frac{a}{N_s^i l_s} \times \frac{(1-C^i)}{1+(a-1)C^i}$$

ここで、

C^i : ダンコフ因子

の形で求めている。そこで、(1) 式での σ_0^i を求めるには、実質的に $C^i=0.0$ になるようにセル構成を考える必要がある。今、Bell の Tight Lattice 式 (N.S.E 5 (1959) 138) でダンコフ係数を表すと、

$$C = 1 - \frac{\Sigma_{m1} l_1}{1 + \Sigma_{m1} l_1}$$

ここで、

Σ_{m1} : 減速材領域 (共鳴吸収を含む領域に挟まれた共鳴吸収のない領域) のトータル断面積

l_1 : 減速領域の平均弦長

となる。この Tight Lattice 式は、 $\Sigma_{m1} l_1 = 1.0$ で E_3 タイプ式 $\pm 10\%$ 過大評価する程度。何れにしろ、Tight Lattice 式は、non-Tight Lattice 式に対して過大評価であるので、この式で考えておけば十分である。従って、 $\Sigma_{m1} l_1 \gg 1$ とすれば C がほぼ 0.0 となる。具体的に、 σ_0^i に 5% 以上の近似誤差 (実効群定数の誤差として約 1% 以下) を持ち込まないことを条件にすると、

$$(1-c) \geq 0.95$$

すなわち、

$$\frac{\Sigma_{m1} l_1}{1 + \Sigma_{m1} l_1} \geq 0.95 \quad \Sigma_{m1} l_1 \geq 20$$

とすれば良い。今、減速領域の組成として Na を考えると、燃料元素の共鳴エネルギー

領域で

$$\sigma_t^{\text{Na}} \geq 4 \text{ (バーン)}$$

であるので、原子数密度=5.0×10²⁴ (n/cm³)、l₁=1.0 (cm) とすれば良い。

付録2 反応度の単位換算

基準計算における反応度計算値は、PERKY コードの反応度計算オプションを反応度価値空間分布にし、注目対象核種が注目対象領域に 10²⁴ (個) の原子が加わったときの反応度として計算され、単位が Δk/k' となる。この計算結果は、実験値の単位 lh/kg と違い、直接 C/E 値が比較できない。そのため、両者の単位を φ に合わせて比較を行う、単位換算ユーティリティプログラムを使用する (付表 2.1)。

このプログラムは、JFS-3-J2 を用いたサンプルワース計算で実績がある。このプログラムを実行するためには、標準入力データ (5 番機番) と PERKY 出力結果 (8 番機番) の情報が必要となる。標準入力データは、サンプルの形状や組成情報を与える (付表 2.2)。PERKY 出力結果は、出力結果の一部のみ使用するため、プログラム実行前に出力結果を編集 (各核種の反応度情報のみ切り出す) して使用する (付表 2.3)。このプログラムの結果は、各核種毎の反応度 (φ 単位)、サンプル合計反応度 (lh/kg 単位)、C/E 値の情報が出力される (付表 2.4)。

また、このプログラムの使用にあたって注意することとして、対象炉心の実効遅発中性子割合 (β_{eff})、単位換算用係数、実験値・実験誤差の設定、および配列の大きさがある。実効遅発中性子は、PERKY コードを実行して求める。単位換算係数は、以下に記された方法により求める。実験値・実験誤差は、プログラム中にデータ文として設定する。配列の大きさは、反応度を計算した位置の数より大きくする必要がある。

換算係数は、資料 JM-84-069 (参考資料) に基づき算出した。換算係数を算出するための式を以下に示す。

$$\text{lh}/(\Delta k/k) = \left\{ \frac{l_p}{3600} + \sum_i \sum_j \frac{(\beta_{\text{eff}})^j a_i^j}{1+3600 \lambda_i^j} \right\}^{-1}$$

i : エネルギー群 (対象は 18 群中の 4~9 群)

j : 遅発中性子発生核種数

a : Delayed Neutron Family Fraction Keepin 1965^(Ref.18-5)

λ : Decay Constant Keepin 1965^(Ref.18-5)

l_p : 即発中性子寿命 (sec)

β_{eff} : 遅発中性子発生割合

式中の β_{eff} および l_p は、PERKY コードを使用して求められる。式中の a と λ は、資料 JM-84-069 のデータを引用した。

付録3 ユーティリティプログラム XMIX の改修

XMIX コードは、二つの機能を有しているが、その一方の機能である、2種類以上のマクロ断面積と重みを入力して平均したマクロ断面積を求めるものについて本解析用に別の平均方法を使用できるように改修した。以下に、その追加式の内容を示す。

$$\Sigma_{ave}^x = (\Sigma_{m1}^x \times F_{m1} + \Sigma_{m2}^x \times F_{m2} + \dots + \Sigma_{mn}^x \times F_{mn})$$

x: 反応、mn: n 番目組成、Σ: マクロ断面積、F: 係数、

従来の XMIX コードは、以下の式で断面積を混合する。

$$\Sigma_{ave}^x = \frac{(\Sigma_{m1}^x \times F_{m1} + \Sigma_{m2}^x \times F_{m2} + \dots + \Sigma_{mn}^x \times F_{mn})}{(F_{m1} + F_{m2} + \dots + F_{mn})}$$

従来の式を使用すると、平均断面積は、全組成の係数の和で除算されるため、本解析に必要な標準組成の断面積にサンプルの断面積を追加するような処理が行えない。追加式では、従来の式の全組成の係数の和で除算する処理を省いているため、本解析に必要な断面積が得られる。付表 3.1~3.3 は、新規追加式を使用し、本解析に必要な断面積を計算するためのサンプル入力データと改修した XMIX コードの MAIN、IDMIX、XMIX サブルーチンを示す。以下に入力データの例を示す。

```

----5----1----5----1----5----1----5----1----5----1----5
ZPPR09 DU_6 sample mix(SCFS01 and DU_6 sample)
  2 1 1 0 1
SCFS01 SLAROM      1.0000
DU6H01 SLAROM      0.0163
D6SCF1 SLAROM
    
```

(*) アンダーバーの数字は、1 の場合ファクターを掛ける新規追加式を使用し、0 の場合従来通りの式を使用することを意味する。

付表 2.1 単位換算ユーティリティプログラム (1/4)

```

C ** SAMPLE WORTH RADIAL PERKY ----> C/E 'DD.DDD2169W(PSAB60)'
C ** CHANGE FOR ZPPR-9 SAMPLE WORTH
C ** '91.3.2
C ** 30 --> 26 , NEP=30 --> NEP=26
C ** CHANGED FK = 0.003612
C
COMMON /EXP/ E(30,7),S(30,7)
COMMON /SIZE/ SF(30,7)
C
DIMENSION T0(18),T1(33),T2(33),T3(33),T4(33),WT(10),AW(10),U(30)
C
COMMON /CCC/ JX(30),JY(30),R(6,30),T(6,30),CE(30)
DIMENSION TEMP(6),EE(30),ERR(30)
C
C NESI FUKU 98.12.2
C FK=0.003612
C FK=0.003617
C NESI FUKU 98.12.2 END
AV=6.0220
C NESI FUKU 98.12.2
C FW=938.101
C FW=940.583
C NESI FUKU 98.12.2 END
DO 1 J=1,6
DO 1 I=1,26
T(J,I)=0.0
1 CONTINUE
C
READ(5,90) (T0(J),J=1,18)
READ(5,100) ID,NUC,GRAM
READ(5,110) (WT(N),N=1,NUC)
READ(5,120) (AW(N),N=1,NUC)
C
C NESI FUKU 98/3/23 'DO 10 N=1,NUC' RELOCATED
DO 10 N=1,NUC
READ(8,200) (T1(J),J=1,33)
DO 10 N=1,NUC
C NESI FUKU 98/3/23 END
READ(8,200) (T2(J),J=1,33)
READ(8,200) (T3(J),J=1,33)
WRITE(6,500)
WRITE(6,600) (T0(J),J=1,18)
WRITE(6,600) (T2(J),J=1,33)
WRITE(6,600) (T3(J),J=1,33)
C
DO 20 I=1,26
READ(8,210) JX(I),JY(I),(R(J,I),J=1,6)
WRITE(6,610) JX(I),JY(I),(R(J,I),J=1,6)
C
DO 30 J=1,6

```

JENDL-3.2のβ-eff値

単位換算用係数

PERKY出力結果の読み込み。

Jは反応度成分インデックス、

Iは位置インデックスを示す。

(付表 2.3 参照)

```

R(J,I)=R(J,I)*GRAM*WT(N)*AV/(AW(N)*FK*10.)
T(J,I)=T(J,I)+R(J,I)
30 CONTINUE
20 CONTINUE
C
DO 15 J=1,33
T4(J)=T3(J)
15 CONTINUE
T4(30)=' ('
T4(31)='CENT'
T4(32)=')'
T4(33)=' '
WRITE(6,620)
WRITE(6,600) (T0(J),J=1,18)
WRITE(6,600) (T2(J),J=1,33)
WRITE(6,600) (T4(J),J=1,33)
C
DO 40 I=1,26
WRITE(6,610) JX(I),JY(I),(R(J,I),J=1,6)
40 CONTINUE
C
10 CONTINUE
C
DO 21 I=1,15
JEMX=33-JX(I)
JEMY=33-JY(I)
DO 22 J=1,6
TEMP(J)=T(J,I)
22 CONTINUE
II=31-I
JX(II)=33-JX(I)
JY(II)=33-JY(I)
DO 23 J=1,6
T(J,I)=T(J,II)
23 CONTINUE
JX(II)=JEMX
JY(II)=JEMY
DO 24 J=1,6
T(J,II)=TEMP(J)
24 CONTINUE
21 CONTINUE
C
WRITE(6,630)
WRITE(6,600) (T0(J),J=1,18)
WRITE(6,600) (T4(J),J=1,33)
DO 50 I=1,26
WRITE(6,610) JX(I),JY(I),(T(J,I),J=1,6)
50 CONTINUE
C
DO 51 I=1,26

```

計算値の単位をΔk/kk'からφに変換。(付表 2.4 参照)

付表 2.1 単位換算ユーティリティプログラム (2/4)

```

T(4,I)=T(4,I)*SF(I, ID)
U(I)=T(6,I)
T(6,I)=T(4,I)+T(5,I)
51 CONTINUE
DO 60 I=1,26
    EE(I) = E(I, ID)*GRAM/FW/FK/1000.
    ERR(I) = S(I, ID)*GRAM/FW/FK/1000.
    CE(I)=T(6,I)/EE(I)
C CE(I)=T(6,I)/E(I, ID)
60 CONTINUE

WRITE(6,640)
WRITE(6,600) (T0(J),J=1,18)
WRITE(6,670)
WRITE(6,650)
DO 70 I=1,26
IF(I.EQ.17.OR.I.EQ.25.OR.I.EQ.30) WRITE(6,670)
WRITE(6,660) JX(I),JY(I),E(I, ID),S(I, ID),
WRITE(6,660) JX(I),JY(I),EE(I),ERR(I),
* U(I),SF(I, ID),T(6,I),CE(I)
70 CONTINUE
C CALL CE9(ID)
CALL CE9(EE,ERR)
C
90 FORMAT(18A4)
100 FORMAT(2I3,E12.0)
110 FORMAT(6E12.0)
120 FORMAT(6E12.0)
C
200 FORMAT(33A4)
C NESI FUKU 98/3/23
C 210 FORMAT(20X,I3,4X,I3,8X,6E15.0)
210 FORMAT(19X,I3,4X,I3,8X,6E15.0)
C NESI FUKU 98/3/23
C
500 FORMAT(1H1,/,/, ' PERKY OUTPUT FOR EACH NUCLIDE ',
* (DEL K/K)')
600 FORMAT(1X,33A4,/)
610 FORMAT(21X,I3,4X,I3,8X,1P6E15.6)
620 FORMAT(1H1,/,/, ' CALCULATED RESULT FOR EACH NUCLIDE ',
* (CENT) ')
630 FORMAT(1H1,/,/, ' SAMPLE WORTH RADIAL TRAVERSE ',
* (IH/KG-SAMPLE)')
640 FORMAT(1H1,/,/, ' SAMPLE WORTH RADIAL TRAVERSE ')
650 FORMAT(' X Y EXP.(CENT) ER CALC(CENT) ',
* 2X,'SIZE C',2X,'COR.C(CENT) ',2X,'C/E',/)
660 FORMAT(2X,I3,2X,I3,2X,F11.4,F7.4,3F11.4,F10.3)
670 FORMAT(1H )
STOP
END
BLOCK DATA
    
```

測定値とその誤差の単位を
lh/kg から g に変換。

C/E 値計算

```

COMMON /EXP/ E(30,7),S(30,7)
DIMENSION WPR(30),DPR(30),WDR(30),DDR(30),WBR(30),DBR(30),
* WSR(30),DSR(30),WUR(30),DUR(30)
EQUIVALENCE (E(1,1),WPR(1)),(E(1,2),WDR(1)),(E(1,3),WBR(1)),
* (E(1,4),WSR(1)),(E(1,5),WUR(1))
EQUIVALENCE (S(1,1),DPR(1)),(S(1,2),DDR(1)),(S(1,3),DBR(1)),
* (S(1,4),DSR(1)),(S(1,5),DUR(1))
C PU-30,DU-6 , B-1 , SS-1, U-6
C 1 2 3 4 5
C
C*** RESULTS ***
C DATA R
C 1/ 2.77, 8.29, 13.82, 19.34, 24.86,
C 2 30.39, 35.91, 41.44, 46.96, 52.49,
C 3 58.01, 63.53, 69.05, 74.59, 80.11,
C 4 85.63, 91.15, 96.68, 102.21, 107.73,
C 5 113.26, 118.78, 124.30, 129.83, 135.35,
C 6 140.88, 146.40, 151.92, 157.45, 162.97 /
C
C DATA WPR
1/ 60.470, 60.370, 60.080, 59.760, 59.180,
2 58.670, 57.880, 56.980, 55.980, 54.510,
3 53.360, 51.600, 49.690, 47.680, 45.510,
4 42.610, 39.350, 35.670, 31.000, 25.230,
5 19.320, 14.000, 9.2600, 5.5100, 3.4400,
6 1.8900, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0 /
C
C DATA DPR
1/ 0.04, 0.05, 0.05, 0.05, 0.05,
2 0.06, 0.05, 0.05, 0.05, 0.05,
3 0.05, 0.05, 0.04, 0.07, 0.06,
4 0.06, 0.05, 0.07, 0.07, 0.06,
5 0.07, 0.08, 0.07, 0.06, 0.05,
6 0.05, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0 /
C
C DATA WDR
1/-3.03, -3.10, -3.12, -3.14, -3.21,
2 -3.02, -2.91, -3.07, -2.72, -2.87,
3 -2.70, -2.54, -2.52, -2.53, -2.40,
4 -2.12, -2.01, -1.56, -1.33, -0.85,
5 -0.42, 0.05, 0.30, 0.22, 0.06,
6 0.10, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0 /
C
C DATA DDR
1/ 0.04, 0.04, 0.04, 0.05, 0.05,
2 0.06, 0.06, 0.05, 0.05, 0.04,
3 0.05, 0.06, 0.04, 0.05, 0.05,
4 0.05, 0.05, 0.04, 0.04, 0.05,
5 0.04, 0.05, 0.04, 0.05, 0.06,
6 0.05, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0 /
C
C DATA WBR
1/-689.37, -702.10, -703.94, -700.09, -695.17,
2 -692.42, -681.24, -670.64, -653.86, -641.52,
3 -624.43, -602.51, -577.41, -556.95, -525.26,
4 -494.04, -457.76, -410.28, -347.26, -276.04,
    
```

PU- 30サン
プル実験
値

PU- 30サン
プル実験
誤差

DU- 6サン
プル実験値

DU- 6サン
プル実験誤
差

B- 1サン
プル実験値

付表 2.1 単位換算ユーティリティプログラム (3/4)

| | | | | | | |
|----------|----------|----------|---------|---------|---------|---|
| 5 | -205.52, | -134.47, | -79.13, | -39.66, | -19.47, | / |
| 6 | -10.42, | 0.0, | 0.0, | 0.0, | 0.0, | / |
| DATA DBR | | | | | | |
| 1/ | 0.63, | 0.83, | 0.89, | 0.94, | 1.0, | / |
| 2 | 0.94, | 0.70, | 0.79, | 0.92, | 0.81, | / |
| 3 | 0.93, | 1.00, | 1.07, | 0.90, | 1.06, | / |
| 4 | 0.73, | 1.03, | 1.04, | 1.27, | 1.03, | / |
| 5 | 1.19, | 1.08, | 0.90, | 0.87, | 0.75, | / |
| 6 | 0.94, | 0.0, | 0.0, | 0.0, | 0.0, | / |
| DATA WSR | | | | | | |
| 1/ | -2.07, | -1.80, | -1.76, | -2.00, | -1.74, | / |
| 2 | -1.83, | -1.83, | -1.69, | -1.53, | -1.66, | / |
| 3 | -1.61, | -1.40, | -1.51, | -1.44, | -1.48, | / |
| 4 | -1.17, | -1.31, | -0.90, | -0.45, | -0.42, | / |
| 5 | 0.28, | 1.05, | 0.80, | 0.45, | 0.34, | / |
| 6 | 0.35, | 0.0, | 0.0, | 0.0, | 0.0, | / |
| DATA DSR | | | | | | |
| 1/ | 0.06, | 0.08, | 0.08, | 0.06, | 0.06, | / |
| 2 | 0.07, | 0.06, | 0.08, | 0.07, | 0.07, | / |
| 3 | 0.09, | 0.07, | 0.06, | 0.07, | 0.06, | / |
| 4 | 0.09, | 0.07, | 0.06, | 0.06, | 0.08, | / |
| 5 | 0.08, | 0.08, | 0.06, | 0.07, | 0.09, | / |
| 6 | 0.08, | 0.0, | 0.0, | 0.0, | 0.0, | / |
| DATA WUR | | | | | | |
| 1/ | 44.43, | 44.27, | 44.27, | 43.94, | 43.74, | / |
| 2 | 43.21, | 42.54, | 42.06, | 41.23, | 40.25, | / |
| 3 | 39.24, | 37.88, | 36.59, | 34.84, | 33.11, | / |
| 4 | 30.76, | 28.09, | 24.88, | 21.50, | 17.62, | / |
| 5 | 13.49, | 10.28, | 7.06, | 4.56, | 2.92, | / |
| 6 | 1.43, | 0.0, | 0.0, | 0.0, | 0.0, | / |
| DATA DUR | | | | | | |
| 1/ | 0.04, | 0.05, | 0.06, | 0.05, | 0.07, | / |
| 2 | 0.06, | 0.06, | 0.06, | 0.06, | 0.05, | / |
| 3 | 0.06, | 0.06, | 0.06, | 0.06, | 0.06, | / |
| 4 | 0.05, | 0.06, | 0.06, | 0.07, | 0.06, | / |
| 5 | 0.07, | 0.06, | 0.06, | 0.07, | 0.06, | / |
| 6 | 0.05, | 0.0, | 0.0, | 0.0, | 0.0, | / |

B-1サンプル
実験誤差

SS-1サンプル
実験値

SS-1サンプル
実験誤差

U-6サンプル
実験値

U-6サンプル
実験誤差

```

C
END
C NESI FUKU 98/3/23
C BLOCK DATA
BLOCK DATA BLKD
C NESI FUKU 98/3/23 END
COMMON /SIZE/ SF(30,7)
C---- SIZE COLLECTION FACTOR
C PU-30,DU-6, B-1, SS-1, U-6
C 1 2 3 4 5
C
DATA SF
1/17*1.05, 4*1.06, 1.05, 1.01, 0.97,
1 0.93, 0.87, 4*0.0,

```

```

1 23*1.00, 3*0.99, 4*0.0,
3 13*0.780, 3*0.790, 0.800, 0.810, 2*0.820,
3 0.810, 0.790, 0.760, 0.740, 0.720,
3 0.690, 4*0.0,
3 26*1.01, 4*0.0,
4 16*0.98, 2*0.99, 2*1.00, 0.99, 0.98,
4 0.94, 0.90, 0.85, 0.79, 4*0.0,
C NESI FUKU 98/3/23
5 60*0.00 /
C NESI FUKU 98/3/23 END
END
SUBROUTINE CE9(EWEX,SERR)
C SUBROUTINE CE9(ID)
C COMMON /EXP/ EWEX(30,7),SERR(30,7)
COMMON /CCC/ JX(30),JY(30),R(6,30),T(6,30),CE(30)
DIMENSION CF(30,4),PP(40,2),WW(40,2),AA(4),SS(4),ERR(4),
*CAL(40,4),A(2),B(2),C(2),D(2),E(2),BUN(2),BUS(2),XAV(4),XBV(2)
DIMENSION EWEX(1),SERR(1)
C
XS11=0.
XS12=0.
XS21=0.
XS22=0.
NEP=26
DO 140 N=1,NEP
ER=SERR(N)
PP(N,1)=1.0/(ER*ER)
TEM=SERR(N)/EWEX(N)
TEM1=T(5,N)/T(6,N)
TEM1=(TEM*TEM+TEM1*TEM1)
TEM1=1./TEM1
TEM=TEM*TEM
TEM=1./TEM
XS1=T(6,N)
XS2=XS1*XS1
XS1=XS1*EWEX(N)
XS11=XS11+TEM*XS1
XS12=XS12+TEM*XS2
XS21=XS21+TEM1*XS1
XS22=XS22+TEM1*XS2
PP(N,2)=TEM
WW(N,1)=TEM
WW(N,2)=TEM1
140 CONTINUE
AVCE=XS12/XS11
AVCE1=XS22/XS21
DO 142 I=1,2
A(I)=0.
B(I)=0.
C(I)=0.
D(I)=0.

```

付表 2.1 単位換算ユーティリティプログラム (4/4)

```

142 E(I)=0.
DO 145 N=1,NEP
EX=EWEX(N)
DO 141 I=1,2
A(I)=A(I)+PP(N,I)*T(4,N)**2
B(I)=B(I)+PP(N,I)*T(4,N)*T(5,N)
C(I)=C(I)+PP(N,I)*T(4,N)*EX
D(I)=D(I)+PP(N,I)*T(5,N)**2
E(I)=E(I)+PP(N,I)*T(5,N)*EX
141 CONTINUE
145 CONTINUE
DO 146 I=1,2
BUN(I)=B(I)**2-A(I)*D(I)
BUS(I)=B(I)*E(I)-C(I)*D(I)
XAV(I)=BUN(I)/BUS(I)
XBV(I)=B(I)*C(I)-A(I)*E(I)
XBV(I)=XBV(I)/BUN(I)
IF(XBV(I).LT.1.) XBV(I)=1.
IF(XBV(I).GT.2.) XBV(I)=2.
146 CONTINUE
DO 147 N=1,NEP
CAL(N,1)=T(6,N)/AVCE
CAL(N,2)=T(6,N)/AVCE1
DO 147 I=1,2
147 CAL(N,I+2)=T(4,N)/XAV(I)+T(5,N)*XBV(I)
DO 148 I=1,2
XNN=NEP-1
XNN=NEP-9
C
SS(I)=0.
DO 148 N=1,NEP
TEM=EWEX(N)-CAL(N,I)
SS(I)=SS(I)+WW(N,I)*TEM*TEM/XNN
148 CONTINUE
AA(1)=1./XS12
AA(2)=1./XS22
XAV(3)=XAV(1)
XAV(4)=XAV(2)
XAV(1)=AVCE
XAV(2)=AVCE1
DO 149 I=3,4
SS(I)=0.
XNN=NEP-2
C
XNN=NEP-10
AA(I)=0.
DO 149 N=1,NEP
TEM=EWEX(N)-CAL(N,I)
TEM1=-D(I-2)*T(4,N)+B(I-2)*T(5,N)
TEM1=TEM1/BUN(I-2)
SS(I)=SS(I)+PP(N,I-2)*TEM*TEM/XNN
AA(I)=AA(I)+PP(N,I-2)*TEM1*TEM1
149 CONTINUE

```

```

DO 150 I=1,4
SS(I)=SS(I)*AA(I)
SS(I)=SQRT(SS(I))
150 ERR(I)=SS(I)/(XAV(I)*XAV(I))
DO 10 N=1,NEP
DO 20 I=1,4
CF(N,I)=CAL(N,I)/EWEX(N)
20 CONTINUE
10 CONTINUE
PRINT 630
630 FORMAT(1H1)
PRINT 620,(XAV(I),ERR(I),I=1,2)
620 FORMAT(//10X,14HOVER-ALL C/E=,F5.2,' D',F5.2//
1 10X,14X,F5.2,' D',F5.2)
PRINT 621,(XAV(I),ERR(I),XBV(I-2),I=3,4)
621 FORMAT(//10X,'TWO COMP.A=',F5.2,' D',F5.2/19X,'B=',F5.2//
* 19X,'A=',F5.2,' D',F5.2/19X,'B=',F5.2)
PRINT 640,(EWEX(N),(CAL(N,I),I=1,4),(CF(N,I),I=1,4),N=1,NEP)
640 FORMAT(//10X,33HCALCULATED -- NORMALIZED BY C/E =//
1 (20X,F8.4,5X,4F8.4,5X,4F8.4))
RETURN
END

```

付表2.2 単位換算プログラム入力データ(機番5の入力)

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|-----------|-----------|--------|--------|--------|----------|-----------|----------|
| ZPPR-9 | SAMPLE | WORTH | ***** | B-1 | ***** | | 00010000 |
| 3 7 | 4.193 | | | | | | 00020001 |
| 87.12 | 7.38 | 1.43 | 0.96 | 0.26 | 0.05 | | 00030001 |
| 0.09 | | | | | | | 00031001 |
| 10.012938 | 11.009305 | 15.999 | 12.011 | 28.085 | 26.98154 | 000040001 | 00040001 |
| 1.00794 | | | | | | | 00050001 |

- (1) タイトル(18A4)
 (2) 左から(1)サンプルID※1、(2)サンプルに含まれる元素数、(3)サンプル重量(g)
 (3) サンプルに含まれる各元素重量割合(%)*2
 (4) 各元素の原子量(g)*2

※1 各サンプルIDは、PU-30：1、DU-6：2、B-1：3、SS-1：4、U-6：5である。

※2 データの順番は、PERKYの出力結果の順番に従う。この入力データの例では、PERKYのNUCLIDE CODE出力が¹⁰⁵(B10)、¹¹⁵(B11)、⁸(O16)、⁶(C12)、¹⁴(Si)、¹³(Al27)、¹(H1)のようにになっている。

付表2.3 単位換算プログラム入力データ(機番8の入力)

| | | | | | | | | | |
|--------------|---|-------|---------------|--------------|---------------|---------------|--------------|---------------|--|
| (ブランク行) | | | | | | | | | |
| NUCLIDE CODE | | | 105 | | | | | | |
| X | Y | GRP | CAPTURE | FISSION | SCATTERING | NON-LEAKAGE | LEAKAGE | (DEL K/KK') | |
| 1 | 1 | TOTAL | -1.756813E-04 | 0.000000E+00 | -1.867125E-06 | -1.775485E-04 | 6.879794E-09 | -1.775416E-04 | |
| 2 | 1 | TOTAL | -1.755100E-04 | 0.000000E+00 | -1.865318E-06 | -1.773754E-04 | 6.984345E-09 | -1.773684E-04 | |
| <途中省略> | | | | | | | | | |
| 25 | 1 | TOTAL | -4.777580E-06 | 0.000000E+00 | -1.090046E-07 | -4.886585E-06 | 1.774958E-07 | -4.709089E-06 | |
| 26 | 1 | TOTAL | -2.490058E-06 | 0.000000E+00 | -5.016938E-08 | -2.540227E-06 | 7.709168E-08 | -2.463136E-06 | |
| (ブランク行) | | | | | | | | | |
| NUCLIDE CODE | | | 115 | | | | | | |
| X | Y | GRP | CAPTURE | FISSION | SCATTERING | NON-LEAKAGE | LEAKAGE | (DEL K/KK') | |
| 1 | 1 | TOTAL | -2.153703E-09 | 0.000000E+00 | -1.968026E-06 | -1.970180E-06 | 5.353442E-09 | -1.964826E-06 | |
| 2 | 1 | TOTAL | -2.151606E-09 | 0.000000E+00 | -1.966122E-06 | -1.968273E-06 | 5.434508E-09 | -1.962839E-06 | |
| <途中省略> | | | | | | | | | |
| 25 | 1 | TOTAL | -3.969018E-09 | 0.000000E+00 | -9.385349E-08 | -9.782251E-08 | 1.708361E-07 | 7.301358E-08 | |
| 26 | 1 | TOTAL | -1.771946E-09 | 0.000000E+00 | -4.324356E-08 | -4.501550E-08 | 7.817642E-08 | 3.316092E-08 | |
| <途中省略> | | | | | | | | | |
| (ブランク行) | | | | | | | | | |
| NUCLIDE CODE | | | 1 | | | | | | |
| X | Y | GRP | CAPTURE | FISSION | SCATTERING | NON-LEAKAGE | LEAKAGE | (DEL K/KK') | |
| 1 | 1 | TOTAL | -1.347134E-08 | 0.000000E+00 | 3.091884E-07 | 2.957171E-07 | 4.627193E-09 | 3.003443E-07 | |
| 2 | 1 | TOTAL | -1.345820E-08 | 0.000000E+00 | 3.088359E-07 | 2.953777E-07 | 4.696916E-09 | 3.000746E-07 | |
| <途中省略> | | | | | | | | | |
| 25 | 1 | TOTAL | -3.727400E-10 | 0.000000E+00 | -1.791871E-06 | -1.792244E-06 | 1.293289E-07 | -1.662915E-06 | |
| 26 | 1 | TOTAL | -1.985963E-10 | 0.000000E+00 | -8.580433E-07 | -8.582419E-07 | 5.957650E-08 | -7.986654E-07 | |

注) 各核種の1レコード目は、必ず空白行を挿入する。

付表 2.4 単位換算プログラム出力結果 (B-1 サンプル) (1/2)

| PERKY OUTPUT FOR EACH NUCLIDE (DEL K/K) | | | | | | | | | | |
|---|--------|-------|---------------|--------------|---------------|---------------|--------------|---------------|--|--|
| ZPPR-9 | SAMPLE | WORTH | ***** | B-1 | ***** | | | | | |
| NUCLIDE CODE 105 | | | | | | | | | | |
| X | Y | GRP | CAPTURE | FISSION | SCATTERING | NON-LEAKAGE | LEAKAGE | (DEL K/KK') | | |
| 1 | 1 | | -1.756813E-04 | 0.000000E+00 | -1.867125E-06 | -1.775485E-04 | 6.879794E-09 | -1.775416E-04 | | |
| 2 | 1 | | -1.755100E-04 | 0.000000E+00 | -1.865318E-06 | -1.773754E-04 | 6.984345E-09 | -1.773684E-04 | | |
| <途中省略> | | | | | | | | | | |
| 25 | 1 | | -4.777580E-06 | 0.000000E+00 | -1.090046E-07 | -4.886585E-06 | 1.774958E-07 | -4.709089E-06 | | |
| 26 | 1 | | -2.490058E-06 | 0.000000E+00 | -5.016938E-08 | -2.540227E-06 | 7.709168E-08 | -2.463136E-06 | | |
| CALCULATED RESULT FOR EACH NUCLIDE (CENT) | | | | | | | | | | |
| ZPPR-9 | SAMPLE | WORTH | ***** | B-1 | ***** | | | | | |
| NUCLIDE CODE 105 | | | | | | | | | | |
| X | Y | GRP | CAPTURE | FISSION | SCATTERING | NON-LEAKAGE | LEAKAGE | (CENT) | | |
| 1 | 1 | | -1.068562E+00 | 0.000000E+00 | -1.135658E-02 | -1.079919E+00 | 4.184559E-05 | -1.079877E+00 | | |
| 2 | 1 | | -1.067520E+00 | 0.000000E+00 | -1.134559E-02 | -1.078866E+00 | 4.248151E-05 | -1.078824E+00 | | |
| <途中省略> | | | | | | | | | | |
| 25 | 1 | | -2.905911E-02 | 0.000000E+00 | -6.630084E-04 | -2.972211E-02 | 1.079599E-03 | -2.864251E-02 | | |
| 26 | 1 | | -1.514550E-02 | 0.000000E+00 | -3.051497E-04 | -1.545065E-02 | 4.689016E-04 | -1.498175E-02 | | |

PERKY の計算結果を $\Delta k/kk'$ から ϕ へ変換。
この形式は、付表 2.3 で入力したサンプルに
含まれる核種数分繰り返される。

| PERKY の合計サンプル反応度を IH/KG に変換した結果。 | | | | | | | | | | |
|----------------------------------|--------|--------|---------------|----------------|---------------|---------------|--------------|---------------|--|--|
| SAMPLE | WORTH | RADIAL | TRAVERSE | (IH/KG-SAMPLE) | | | | | | |
| ZPPR-9 | SAMPLE | WORTH | ***** | B-1 | ***** | | | | | |
| NUCLIDE CODE 105 | | | | | | | | | | |
| X | Y | GRP | CAPTURE | FISSION | SCATTERING | NON-LEAKAGE | LEAKAGE | (CENT) | | |
| 1 | 1 | | -1.068570E+00 | 0.000000E+00 | -1.246134E-02 | -1.081032E+00 | 4.532703E-05 | -1.080987E+00 | | |
| 2 | 1 | | -1.067528E+00 | 0.000000E+00 | -1.244929E-02 | -1.079978E+00 | 4.601566E-05 | -1.079932E+00 | | |
| <途中省略> | | | | | | | | | | |
| 25 | 1 | | -2.905925E-02 | 0.000000E+00 | -8.576157E-04 | -2.991686E-02 | 1.176658E-03 | -2.874020E-02 | | |
| 26 | 1 | | -1.514556E-02 | 0.000000E+00 | -3.970898E-04 | -1.554265E-02 | 5.128226E-04 | -1.502983E-02 | | |

<途中省略>

付表 2.4 単位換算プログラム出力結果 (B-1 サンプル) (2/2)

| SAMPLE WORTH | | RADIAL TRAVERSE | | | | | |
|--------------|--------|-----------------|--------|-------------|--------|--------------|-------|
| ZPPR-9 | SAMPLE | WORTH | ***** | B-1 | ***** | | |
| X | Y | EXP. (CENT) | ER | CALC (CENT) | SIZE C | COR.C (CENT) | C/E |
| 1 | 1 | -0.8531 | 0.0008 | -1.0810 | 0.7800 | -0.8432 | 0.988 |
| 2 | 1 | -0.8688 | 0.0010 | -1.0799 | 0.7800 | -0.8423 | 0.970 |
| <途中省略> | | | | | | | |
| 25 | 1 | -0.0241 | 0.0009 | -0.0287 | 0.7200 | -0.0204 | 0.845 |
| 26 | 1 | -0.0129 | 0.0012 | -0.0150 | 0.6900 | -0.0102 | 0.792 |

サンプル反応度の実験値と計算値
とサンプルのサイズ補正、補正後
計算値と C/E 値の結果。

OVER-ALL C/E= 0.96 D 0.00
0.96 D 0.00

TWO COMP.A= 0.96 D 0.00
B= 1.16

A= 0.96 D 0.00
B= 2.00

CALCULATED -- NORMALIZED BY C/E =

| | | | | | | | | |
|---------|---------|---------|---------|---------|--------|--------|--------|--------|
| -0.8531 | -0.8757 | -0.8758 | -0.8756 | -0.8759 | 1.0265 | 1.0266 | 1.0264 | 1.0267 |
| -0.8688 | -0.8748 | -0.8749 | -0.8747 | -0.8750 | 1.0069 | 1.0070 | 1.0068 | 1.0071 |

<途中省略>

| | | | | | | | | |
|---------|---------|---------|---------|---------|--------|--------|--------|--------|
| -0.0241 | -0.0211 | -0.0212 | -0.0210 | -0.0200 | 0.8778 | 0.8779 | 0.8719 | 0.8311 |
| -0.0129 | -0.0106 | -0.0106 | -0.0105 | -0.0101 | 0.8225 | 0.8226 | 0.8177 | 0.7845 |

付表 3.1 XMIX の MAIN ルーチン

```

DIMENSION A(20000),TITLE(18)
DATA NAREA/20000/
c *** added by k.hiyama
c call ioinit( .true., .false., .false., 'FT', .false. )
c call ioini2( .true., .false., .false., 'UT', .false. )
c ***
C
C THIS ROUTINE MAKES AVERAGED CROSS SECTION
C
C IOPT = 0
C
1000 CONTINUE
READ(5,2000,END=9000) TITLE
2000 FORMAT(20A4)
cws'98.10.22 *****
c added the factor method option
c READ(5,*) NMIX ,IPRTI ,IPRTO ,INVERS
READ(5,*) NMIX ,IPRTI ,IPRTO ,INVERS ,ifact
WRITE(6,3000) TITLE
c WRITE(6,4000) NMIX ,IPRTI ,IPRTO ,INVERS
WRITE(6,4000) NMIX ,IPRTI ,IPRTO ,INVERS ,ifact
3000 FORMAT(1H1///
* 1H ,5X,18A4)
4000 FORMAT(1H0/
* 1H ,5X,'NUMBER OF INPUT CROSS SECTIONS --- ',I3/
* 1H ,5X,'INPUT CORSS SECTIONS PRINT ----- ',I3/
* 1H ,5X,' 1 - YES //
* 1H ,5X,' 0 - NO //
* 1H ,5X,'OUTPUT CORSS SECTION PRINT ----- ',I3/
* 1H ,5X,' 1 - YES //
* 1H ,5X,' 0 - NO //
* 1H ,5X,'DIFFUSION INVERSE NUMBER OPTION -- ',I3/
* 1H ,5X,' 1 - YES //
* 1H ,5X,' 0 - NO //
* 1H ,5X,'FACTOR METHOD OPTION ----- ',I3/
* 1H ,5X,' 1 - YES //
* 1H ,5X,' 0 - NO //')
c*****
C
IF(NMIX.EQ.-1) IOPT = 1
NMIX = IABS(NMIX)
C
MAXMIC = 100
MAXNG1 = 201
L1 = 1
L2 = L1 + NMIX * 2
L3 = L2 + NMIX * 2
L4 = L3 + NMIX
L5 = L4 + MAXMIC
L6 = L5 + MAXMIC
L7 = L6 + MAXMIC
L8 = L7 + MAXMIC
L9 = L8 + MAXMIC
L10 = L9 + MAXMIC
L11 = L10 + MAXNG1
NLAST = NAREA - L11 + 1
C
CALL IDMIX(TITLE ,NMIX ,IPRTI ,IPRTO ,NLAST ,
cws'98.10.22 *****
c * MAXMIC ,MAXNG1 ,IOPT ,INVERS ,ifact ,
* MAXMIC ,MAXNG1 ,IOPT ,INVERS ,ifact ,
c*****
* A(L1) ,A(L2) ,A(L3) ,A(L4) ,A(L5) ,
* A(L6) ,A(L7) ,A(L8) ,A(L9) ,A(L10) ,
* A(L11) )
GO TO 1000
C
9000 CONTINUE
STOP
END

```

付表 3.2 XMIX の ID MIX サブルーチン

```

SUBROUTINE ID MIX (TITLE ,NMIX ,IPRTI ,IPRTO ,NAREA ,
cws'98.10.22 aaded nesi *****
c *
* MAXMIC ,MAXNG1 ,NOPT ,INVERS ,
* MAXMIC ,MAXNG1 ,NOPT ,INVERS ,ifact ,
cend*****
* RNAMEX ,CNAMEX ,RATIO ,NUCLX ,DENX ,
* MICX ,NUCL ,DEN ,MIC ,ENERG ,
* A )
REAL*8 CHECK ,BLANK ,ERR
DATA BLANK ,ERR /' ','*ERR*' /

===== 省略 =====

WRITE(6,1500) TOTAL ,
* RNAME(1) ,RNAME(2) ,CNAME(1) ,CNAME(2) ,
* NG ,IDS ,IPL
1500 FORMAT(1H ,5X,'AVERAGED X-SECTION ',F15.5,
* 5X,A4,A2,2X,2A4,2X,I5,I5,I5)
IF (IOPT .EQ. 1 ) STOP 20

cws'98.10.22 aaded nesi *****
if( ifact.ne.1 ) then
DO 1510 I = 1 , NNUCL
DEN(I) = DEN(I) /TOTAL
1510 CONTINUE
endif
cend*****

c
L1 = 1
L2 = L1 + NG
L3 = L2 + NG * 11
L4 = L3 + NG * IDS
L5 = L4 + NG * IDS * IPL
L6 = L5 + NG
L7 = L6 + NG * 11
L8 = L7 + NG * IDS
L9 = L8 + NG * IDS * IPLMAX
L10 = L9 + (11 + IDS + IPLMAX *IDS ) * NG
LAST = L10 - 1
NLAST = NAREA - L9 + 1
IF (LAST .GT. NAREA ) WRITE(6,1600) LAST ,NAREA
1600 FORMAT(1H0,5X,'MEMORY OVER J]'/
* 1H ,5X,'MEMORY REQUIRED ----- ',I8/
* 1H ,5X,'MEMORY RESERVED ----- ',I8)
IF (LAST .GT. NAREA ) STOP 20

c
c
CALL XMIX (NG ,IDS ,IPL ,NMIX ,RATIO ,
* MAXMIC ,NLAST ,IPRTO ,IPRTI ,ENERG ,INVERS,
* 'PDSOUT ',RNAME ,CNAME ,MIC ,NUCL ,
* DEN ,TITLE ,NMIC ,NNUCL ,
* 'PDSIN ',RNAMEX ,CNAMEX ,MICX ,NUCLX ,
cws'98.10.22 aaded nesi *****
c *
* DENX ,TITLX ,
* DENX ,TITLX ,ifact ,
cend*****
* A(L1) ,A(L2) ,A(L3) ,A(L4) ,
* A(L5) ,A(L6) ,A(L7) ,A(L8) ,
* A(L9) )

c
GO TO 9000

===== 省略 =====

2000 CONTINUE

RETURN
END

```

付表 3.3 XMIX の XMIX サブルーチン

```

SUBROUTINE XMIX(NG ,IDS ,IPL ,NMIX ,RATIO ,
*             MAXMIC ,NAREA ,IPRTO ,IPRTI ,ENERG ,INVERS ,
*             DDM ,RNAME ,CNAME ,MIC ,NUCL ,
*             DEN ,TITLE ,NMIC ,NNUCL ,
*             DDX ,RNAMEX ,CNAMEX ,MICX ,NUCLX
cws'98.10.22 *****
c             DENX ,TITLEX ,
*             DENX ,TITLEX ,ifact ,
cend *****
*             CHIM ,SIGM ,SIGMTM ,SIGPLM ,
*             CHIX ,SIGX ,SIGMTX ,SIGPLX ,
*             A )

===== 省略 =====

TOTAL = 0.0
DO 2300 N = 1 , NMIX
TOTAL = TOTAL + RATIO(N)
2300 CONTINUE
C
cws'98/10.22 added nesi *****
if( ifact.eq.0 ) then
DO 2800 I = 1 , NG
C
DO 2400 J = 1 , 11
IF(INVERS .EQ. 0) GO TO 2420
IF(J.GE.3.AND.J.LE.5) GO TO 2450
2420 SIGM(I,J) = SIGM(I,J) / TOTAL
GO TO 2400
2450 SIGM(I,J) = TOTAL /SIGM(I,J)
2400 CONTINUE
C
DO 2500 J = 1 , IDS
SIGMTM(J,I) = SIGMTM(J,I) / TOTAL
2500 CONTINUE
C
IF (IPL .LE. 0 ) GO TO 2800
DO 2700 J = 1 , IDS
DO 2600 K = 1 , IPL
SIGPLM(J,K,I) = SIGPLM(I,K,J) / TOTAL
2600 CONTINUE
2700 CONTINUE
2800 CONTINUE
endif
cend *****
C
MAXM = NG * (11 + IDS + IDS*IPL)
MAXI = MAXM
c CALL DATEX( DATEX )
CALL DATEY( DATEY )
CALL PRITDX(6 ,RNAME ,CNAME ,TITLE ,
* NG ,IDS ,IPL ,MAXM ,
* MAXI ,NMIC ,MIC ,NNUCL ,
* NUCL ,DEN ,DATEY ,ENERG )
CALL PUTIDX(DDM ,RNAME ,CNAME ,TITLE ,
* NG ,IDS ,IPL ,MAXM ,
* MAXI ,NMIC ,MIC ,NNUCL ,
* NUCL ,DEN ,A ,ENERG )
IF (IPRTO .EQ. 1)
*CALL PRTMAC(6 ,RNAME ,CNAME ,
* SIGM(1,1) ,SIGM(1,2) ,SIGM(1,3) ,SIGM(1,4) ,
* SIGM(1,5) ,SIGM(1,6) ,SIGM(1,7) ,SIGM(1,8) ,
* SIGM(1,9) ,SIGM(1,10) ,SIGM(1,11) ,SIGMTM ,
* SIGPLM ,
* NG ,IDS ,IPL ,
* DATEY ,TITLE )
CALL PUTMAC(DDM ,RNAME ,CNAME ,
* SIGM(1,1) ,SIGM(1,2) ,SIGM(1,3) ,SIGM(1,4) ,
* SIGM(1,5) ,SIGM(1,6) ,SIGM(1,7) ,SIGM(1,8) ,
* SIGM(1,9) ,SIGM(1,10) ,SIGM(1,11) ,SIGMTM ,
* SIGPLM ,A ,
* NG ,IDS ,IPL )
CALL PUTKAI(DDM ,RNAME ,CNAME ,CHIM ,NG )
C
RETURN
END

```