

JNC TN9400 2000-098

BFS 臨界実験解析  
— BFS-62-1 体系の解析 —

(研究報告)

2000年7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

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

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

# BFS 臨界実験解析 一BFS-62-1 体系の解析一

## (研究報告書)

杉野 和輝\*、岩井 武彦\*\*、庄野 彰\*

### 要旨

ロシア解体核処分支援を目的として、核燃料サイクル開発機構（以下、サイクル機構）とロシアの物理エネルギー研究所（IPPE）との共同研究が開始され、その一環として、サイクル機構において、高速炉臨界実験装置 BFS-2 を用いて構成された体系である BFS-62 の実験解析を実施している。

本報告書は、BFS-62 シリーズにおいて最初に構築された体系であるプランケット付き濃縮 UO<sub>2</sub> 燃料炉心 BFS-62-1 体系の実験解析に関するものである。解析においては JUPITER 実験解析等で用いられてきた高速炉の標準解析手法が採用されているが、3 次元解析を行うための十分な情報が得られていないために 2 次元 RZ 体系計算による解析を中心に行い、3 次元解析については予備評価に留めた。また、核設計基本データベースとしての BFS 実験解析データの有効利用の観点から、炉定数調整計算により、JUPITER 臨界実験解析との整合性評価を行った。

実験解析の結果、臨界性、反応率比については実験値との良い一致が得られた。他方、反応率分布については、不純物水素含有の有無による 2 種類の Na の配置を正確に取り扱う必要があり、これを忠実にモデル化できる 3 次元解析が不可欠であることが明らかとなった。また、プランケット領域、遮蔽体領域における反応率にも改善の余地が大きいにあることが分かった。制御棒価値については、その形状をより正確に取り扱うことの可能な 3 次元解析モデルの適用により、解析結果の改善が見られた。更に、Na ボイド反応度については、測定された反応度が非常に小さいことに加え、解析の不確かさが非常に大きいことから、当面はその情報を炉定数調整に用いるべきではないと判断される。

JUPITER 実験の解析結果と BFS-62-1 体系実験の解析結果を用いることにより炉定数調整計算を行った。その結果、実験値からのずれの大きい BFS-62-1 体系反応率分布解析結果の使用は炉定数調整に悪影響を及ぼすものの、それを除いた臨界性、反応率比、制御棒価値解析結果のみを用いた場合は、妥当な調整結果が得られることが分かった。このように、BFS-62-1 実験解析と JUPITER 実験解析との間には整合性の見られることが分かり、BFS-62-1 実験解析データの活用は JUPITER 実験では不足していた U-235 の情報を補完する観点から非常に有効であるとの見通しが得られた。

---

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。

\*: 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

\*\*: 原子力システム(株)

## ANALYSES ON THE BFS CRITICAL EXPERIMENTS - AN ANALYSIS ON THE BFS-62-1 ASSEMBLY -

Kazuteru Sugino\*, Takehiko Iwai\*\*, Akira Shono\*

### ABSTRACT

In order to support the Russian excess weapons plutonium disposition, the international collaboration has been started between Japan Nuclear Cycle Development Institute (JNC) and Russian Institute of Physics and Power Engineering (IPPE). In the frame of the collaboration, JNC has carried out analyses on the BFS-62 assemblies that are constructed in the fast reactor critical experimental facility BFS-2 of IPPE.

This report summarizes an experimental analysis on the BFS-62-1 assembly, which is the first core of the BFS-62 series. The core contains the enriched UO<sub>2</sub> fuel surrounded by the UO<sub>2</sub> blanket. The standard analytical method for fast reactors has been applied, which was used for the JUPITER and other experimental analyses. Due to the lack of the analytical data the 2D RZ core calculation was mainly used. The 3D XYZ core calculation was applied only for the preliminary evaluation. Further in terms of the utilization of the BFS experimental analysis data for the standard data base for FBR core design, consistency evaluation with JUPITER experimental analysis data has been performed using the cross-section adjustment method.

As the result of analyses, good agreement was obtained between calculations and experiments for the criticality and the reaction rate ratio. However, it was found that accurate evaluation of the reaction rate distribution was impossible without exact consideration of the arrangement of the two types of sodium (with and without hydrogen impurity), which can be accommodated by the 3D core analysis, thus it was essential. In addition, it was clarified that there was a room for an improvement of the result on the reaction rate distribution in the blanket and shielding regions. The application of the 3D core calculation improved the result on the control rod worth because 3D core model can more exactly consider the shape of the control rod. Furthermore it was judged that the result of the analysis on the sodium void reactivity was not feasible to the cross-section adjustment for the time being because measured reactivity was too small and analytical uncertainty was very large.

Cross-section adjustment has been performed using the results on the JUPITER and the BFS-62-1 experimental analyses. It was found that the use of the result on the reaction rate distribution of BFS-62-1 from the 2D RZ calculation, which was exceedingly discrepant from the experimental value, worsened the adjustment, however the elimination of the result on the reaction rate distribution produced reasonable result. Thus it has been clarified that there is a consistency between JUPITER and BFS-62-1 experimental analyses and it is prospective that the BFS-62-1 data is very useful for complementing the U-235 information, which is poor in JUPITER data.

---

\*: Reactor Physics Research Group, System Engineering Technology Division,  
O-arai Engineering Center, JNC, Japan

\*\*: Nuclear Engineering System Incorporation

## 目次

要旨 .....	i
Abstract .....	ii
目次 .....	iii
表リスト .....	v
図リスト .....	viii
 第1章 緒言 .....	1
 第2章 BFS-62 体系実験の概要 .....	2
2.1 BFS-62 体系 .....	2
2.2 BFS-62-1 体系 .....	2
2.3 BFS-62-1 体系臨界実験 .....	3
 第3章 BFS-62-1 体系実験の解析方法 .....	11
3.1 解析データの作成 .....	11
3.1.1 組成データの作成 .....	11
3.1.2 プレートストレッチ .....	11
3.1.3 領域毎の炉心高さの違いによる補正 .....	12
3.1.4 炉心構成 .....	12
3.2 臨界実験解析方法 .....	12
 第4章 BFS-62 体系実験解析における格子計算モデルの検証 .....	16
4.1 検証方法 .....	16
4.2 検証結果 .....	16
 第5章 BFS-62-1 体系実験の解析結果 .....	24
5.1 臨界性 .....	24
5.2 反応率分布 .....	24
5.3 炉中心反応率比 .....	25
5.4 炉中心制御棒価値 .....	25
5.5 炉中心 Na ボイド反応度 .....	25
5.6 まとめ .....	26
 第6章 3次元体系計算による解析結果の改善 .....	43
6.1 3次元解析データの作成 .....	43
6.2 3次元体系計算による解析結果の改善 .....	43
6.3 まとめ .....	44
 第7章 炉定数調整計算による整合性評価 .....	48
7.1 炉定数調整計算に用いた条件 .....	48
7.2 炉定数調整結果及びその検討 .....	49
7.2.1 104核特性による調整計算 .....	49

7.2.2 86核特性による調整計算	51
7.3 臨界性調整結果の比較	54
7.4 まとめ	54
第8章 結言	126
参考文献	128
謝辞	130
付録A 検出器断面積計算法に関する整理	A-1
A.1 検出器断面積の基礎理論	A-1
A.2 反応率非均質補正の基礎理論	A-2
A.3 1次元セルモデルにおける核分裂計数管の取り扱い	A-3
A.4 多次元セルモデルにおける核分裂計数管の取り扱い	A-4
A.5 放射化箔の取り扱い	A-4
付録B 解析に使用された基本計算結果	B-1
付録C BFS-62-1炉心領域別均質原子数密度	C-1
付録D BFS-62-1炉心2次元RZ体系図	D-1
付録E BFS-62-1炉心の各核特性における感度係数一覧	E-1

## 表リスト

Table 4.1-1(1) Comparison of calculated Eigenvalue for the BFS-62-1 cell - Eigenvalue  
 Table 4.1-1(2) Comparison of calculated Eigenvalue for the BFS-62-1 cell - Relative difference of Eigenvalue

Table 4.1-2 Comparison of calculated spectrum indices between CASUP and MVP

Table 4.1-3 Comparison of the cell averaging factors between CASUP and MVP

Table 5.1-1 Result of criticality analysis for BFS-62-1

Table 5.2-1 Results of analysis of the F49 reaction rate distribution in the radial direction

Table 5.2-2 Results of analysis of the F25 reaction rate distribution in the radial direction

Table 5.2-3 Results of analysis of the F28 reaction rate distribution in the radial direction

Table 5.2-4 Results of analysis of the F49 reaction rate distribution in the axial direction

Table 5.2-5 Results of analysis of the F25 reaction rate distribution in the axial direction

Table 5.2-6 Results of analysis of the F28 reaction rate distribution in the axial direction

Table 5.3-1 Comparison of spectrum indices in the core center of BFS-62-1

Table 5.3-2 Summary of the calculation of the cell averaging factor

Table 5.4-1 Result of the control rod worth for BFS-62-1

Table 5.5-1 Results of analysis of the Na void reactivity in the center of BFS-62-1

Table 5.5-2 Correction factors for the Na void reactivity in the center of BFS-62-1

Table 5.6-1 Comparison of analytical results with experimental and cross-section-induced errors

Table 6.1-1 Effect of the geometrical model and collapsing to the criticality and the control rod worth

Table 6.1-2 Effect of the geometrical model and collapsing to the reaction rate ratio

Table 7.1 炉定数調整計算対象核特性一覧

Table 7.2 核特性を記述するための略称

Table 7.3 BFS-62-1 炉心 : C/E 値、実験誤差、解析誤差設定値

Table 7.4 104 核特性による調整前後 C/E 値一覧

Table 7.5-1 104 核特性を用いた炉定数調整における核種・寄与毎内訳 -BFS-62-1 炉心 : 臨界性-

Table 7.5-2 104 核特性を用いた炉定数調整における核種・寄与毎内訳 -BFS-62-1 炉心 : 反応率分布 (F49(MEZ,CC)/F49(LEZ,CC)) -

Table 7.5-3 104 核特性を用いた炉定数調整における核種・寄与毎内訳 -BFS-62-1 炉心 : 反応率分布 (F49(HEZ,CC)/F49(LEZ,CC)) -

Table 7.5-4 104 核特性を用いた炉定数調整における核種・寄与毎内訳 -BFS-62-1 炉心 : 反応率分布 (F49(RDB,CC)/F49(LEZ,CC)) -

Table 7.5-5 104 核特性を用いた炉定数調整における核種・寄与毎内訳 -BFS-62-1 炉心 : 反応率分布 (F25(MEZ,CC)/F25(LEZ,CC)) -

Table 7.5-6 104 核特性を用いた炉定数調整における核種・寄与毎内訳 -BFS-62-1 炉心 : 反応率分布 (F25(HEZ,CC)/F25(LEZ,CC)) -

Table 7.5-7 104 核特性を用いた炉定数調整における核種・寄与毎内訳 -BFS-62-1 炉心 : 反

応率分布 (F25(RDB,CC)/F25(LEZ,CC)) —

Table 7.5-8 104核特性を用いた炉定数調整における核種・寄与毎内訳 —BFS-62-1 炉心：反応率分布 (F28(MEZ,CC)/F28(LEZ,CC)) —

Table 7.5-9 104核特性を用いた炉定数調整における核種・寄与毎内訳 —BFS-62-1 炉心：反応率分布 (F28(HEZ,CC)/F28(LEZ,CC)) —

Table 7.5-10 104核特性を用いた炉定数調整における核種・寄与毎内訳 —BFS-62-1 炉心：反応率分布 (F28(RDB,CC)/F28(LEZ,CC)) —

Table 7.5-11 104核特性を用いた炉定数調整における核種・寄与毎内訳 —BFS-62-1 炉心：反応率分布 (F49(LEZ,ZCE)/F49(LEZ,CC)) —

Table 7.5-12 104核特性を用いた炉定数調整における核種・寄与毎内訳 —BFS-62-1 炉心：反応率分布 (F49(UAB,ZBM)/F49(LEZ,CC)) —

Table 7.5-13 104核特性を用いた炉定数調整における核種・寄与毎内訳 —BFS-62-1 炉心：反応率分布 (F49(UAS,ZM)/F49(LEZ,CC)) —

Table 7.5-14 104核特性を用いた炉定数調整における核種・寄与毎内訳 —BFS-62-1 炉心：反応率分布 (F25(LEZ,ZCE)/F25(LEZ,CC)) —

Table 7.5-15 104核特性を用いた炉定数調整における核種・寄与毎内訳 —BFS-62-1 炉心：反応率分布 (F25(UAB,ZBM)/F25(LEZ,CC)) —

Table 7.5-16 104核特性を用いた炉定数調整における核種・寄与毎内訳 —BFS-62-1 炉心：反応率分布 (F25(UAS,ZM)/F25(LEZ,CC)) —

Table 7.5-17 104核特性を用いた炉定数調整における核種・寄与毎内訳 —BFS-62-1 炉心：反応率分布 (F28(LEZ,ZCE)/F28(LEZ,CC)) —

Table 7.5-18 104核特性を用いた炉定数調整における核種・寄与毎内訳 —BFS-62-1 炉心：反応率分布 (F28(UAB,ZBM)/F28(LEZ,CC)) —

Table 7.5-19 104核特性を用いた炉定数調整における核種・寄与毎内訳 —BFS-62-1 炉心：反応率分布 (F28(UAS,ZM)/F28(LEZ,CC)) —

Table 7.5-20 104核特性を用いた炉定数調整における核種・寄与毎内訳 —BFS-62-1 炉心：反応率比 (F49/F25(LEZ,CC)) —

Table 7.5-21 104核特性を用いた炉定数調整における核種・寄与毎内訳 —BFS-62-1 炉心：反応率比 (F28/F25(LEZ,CC)) —

Table 7.5-22 104核特性を用いた炉定数調整における核種・寄与毎内訳 —BFS-62-1 炉心：制御棒価値 (炉中心) —

Table 7.6 86核特性による調整前後 C/E 値一覧

Table 7.7-1 86核特性を用いた炉定数調整における核種・寄与毎内訳 —BFS-62-1 炉心：臨界性 —

Table 7.7-2 86核特性を用いた炉定数調整における核種・寄与毎内訳 —BFS-62-1 炉心：反応率比 (F49/F25(LEZ,CC)) —

Table 7.7-3 86核特性を用いた炉定数調整における核種・寄与毎内訳 —BFS-62-1 炉心：反応率比 (F28/F25(LEZ,CC)) —

Table 7.7-4 86核特性を用いた炉定数調整における核種・寄与毎内訳 —BFS-62-1 炉心：制御棒価値 (炉中心) —

Table B.1-1 Detailed data for the criticality analysis

Table B.3-1 Detailed data for the reaction rate ratio analysis

Table B.3-2 Source reaction rates for the calculation of the cell averaging factor

Table B.3-3 Basic data for the effect of the reaction rate ratio

Table B.4-1 Basic data for the control rod worth calculation

Table B.4-2 Basic data for the evaluation of the lumping effect of the control rod worth

Table B.5-1 Basic data for the analyses on the Na void reactivity in the center of BFS-62-1

Table C.1 BFS-62-1 炉心領域別均質原子数密度

## 図リスト

- Fig.2.1-1 Conceptual description of the BFS-2 fuels
- Fig.2.2-1(1) The description of the BFS-62-1 assembly - Radial section -
- Fig.2.2-1(2) The description of the BFS-62-1 assembly - Axial section -
- Fig.2.2-2 The axial arrangements of the cells in the core region
- Fig.2.2-3 Calculated peaking factors of the total flux within the BFS-62 fuel cells
- Fig.2.3-1 The measurement of the Na void reactivity in the BFS-62-1 assembly

- Fig.3.1-1 Plate stretch modeling for the BFS-62-1 cell

- Fig.4.1-1 Comparison in the effective macroscopic cross sections of the LEZ cell in the BFS-62-1 assembly between CASUP and MVP
- Fig.4.1-2 Modeling effects of the the total cross section of the LEZ cell in the BFS-62-1 assembly
- Fig.4.1-3 Comparison in the neutron spectra of the LEZ cell in the BFS-62-1 assembly between CASUP and MVP
- Fig.4.1-4 Modeling effects of the neutron spectrum of the LEZ cell in the BFS-62-1 assembly

- Fig.5.2-1 Results of analysis of the F49 reaction rate distribution in the radial direction
- Fig.5.2-2 Results of analysis of the F25 reaction rate distribution in the radial direction
- Fig.5.2-3 Results of analysis of the F28 reaction rate distribution in the radial direction
- Fig.5.2-4 Results of analysis of the F49 reaction rate distribution in the axial direction
- Fig.5.2-5 Results of analysis of the F25 reaction rate distribution in the axial direction
- Fig.5.2-6 Results of analysis of the F28 reaction rate distribution in the axial direction
- Fig.5.5-1 Ideal measurement of the Na void reactivity in the BFS-62-1 assembly

- Fig.6.1-1 Comparison of the region-wise F49 reaction rate distribution in the radial direction

- Fig. 7.1-1 104 核特性及び 82 核特性での炉定数調整前後の C/E 値の比較 (臨界性)
- Fig. 7.1-2 104 核特性及び 82 核特性での炉定数調整前後の C/E 値の比較 (Na ボイド反応度)
- Fig. 7.1-3 104 核特性及び 82 核特性での炉定数調整前後の C/E 値の比較 (制御棒価値)
- Fig. 7.1-4 104 核特性及び 82 核特性での炉定数調整前後の C/E 値の比較 (C28 反応率分布)
- Fig. 7.1-5 104 核特性及び 82 核特性での炉定数調整前後の C/E 値の比較 (F25 反応率分布)
- Fig. 7.1-6 104 核特性及び 82 核特性での炉定数調整前後の C/E 値の比較 (F28 反応率分布)
- Fig. 7.1-7 104 核特性及び 82 核特性での炉定数調整前後の C/E 値の比較 (F49 反応率分布)
- Fig. 7.1-8 104 核特性及び 82 核特性での炉定数調整前後の C/E 値の比較 (C28/F49 反応率比)
- Fig. 7.1-9 104 核特性及び 82 核特性での炉定数調整前後の C/E 値の比較 (F25/F49 反応率比)
- Fig. 7.1-10 104 核特性及び 82 核特性での炉定数調整前後の C/E 値の比較 (F28/F49 反応率比)
- Fig. 7.2 104 核特性及び 82 核特性での断面積調整量の比較
- Fig. 7.3-1 86 核特性、104 核特性及び 82 核特性での炉定数調整前後の C/E 値の比較 (臨界性)
- Fig. 7.3-2 86 核特性、104 核特性及び 82 核特性での炉定数調整前後の C/E 値の比較 (Na ボイド反応度)

- Fig. 7.3-3 86 核特性、104 核特性及び 82 核特性での炉定数調整前後の C/E 値の比較 (制御棒値)
- Fig. 7.3-4 86 核特性、104 核特性及び 82 核特性での炉定数調整前後の C/E 値の比較 (C28 反応率分布)
- Fig. 7.3-5 86 核特性、104 核特性及び 82 核特性での炉定数調整前後の C/E 値の比較 (F25 反応率分布)
- Fig. 7.3-6 86 核特性、104 核特性及び 82 核特性での炉定数調整前後の C/E 値の比較 (F28 反応率分布)
- Fig. 7.3-7 86 核特性、104 核特性及び 82 核特性での炉定数調整前後の C/E 値の比較 (F49 反応率分布)
- Fig. 7.3-8 86 核特性、104 核特性及び 82 核特性での炉定数調整前後の C/E 値の比較 (C28/F49 反応率比)
- Fig. 7.3-9 86 核特性、104 核特性及び 82 核特性での炉定数調整前後の C/E 値の比較 (F25/F49 反応率比)
- Fig. 7.3-10 86 核特性、104 核特性及び 82 核特性での炉定数調整前後の C/E 値の比較 (F28/F49 反応率比)
- Fig. 7.4 86 核特性、104 核特性及び 82 核特性での断面積調整量の比較
- Fig. 7.5 炉定数調整による ZPPR-9 炉心臨界性に及ぼす核種別寄与の比較

- Fig.D.1 The geometrical data of the BFS-62-1 assembly  
- Criticality measurement -
- Fig.D.2 The geometrical data of the BFS-62-1 assembly  
- Reaction rate distribution measurement -
- Fig.D.3 The geometrical data of the BFS-62-1 assembly  
- Control rod worth measurement -

- Fig.E.1 BFS-62-1 炉心 : 臨界性に対する感度係数
- Fig.E.2 BFS-62-1 炉心 : 反応率分布(F25(MEZ,CC)/F25(LEZ,CC))に対する感度係数
- Fig.E.3 BFS-62-1 炉心 : 反応率分布(F25(HEZ,CC)/F25(LEZ,CC))に対する感度係数
- Fig.E.4 BFS-62-1 炉心 : 反応率分布(F25(RDB,CC)/F25(LEZ,CC))に対する感度係数
- Fig.E.5 BFS-62-1 炉心 : 反応率分布(F28(MEZ,CC)/F28(LEZ,CC))に対する感度係数
- Fig.E.6 BFS-62-1 炉心 : 反応率分布(F28(HEZ,CC)/F28(LEZ,CC))に対する感度係数
- Fig.E.7 BFS-62-1 炉心 : 反応率分布(F28(RDB,CC)/F28(LEZ,CC))に対する感度係数
- Fig.E.8 BFS-62-1 炉心 : 反応率分布(F49(MEZ,CC)/F49(LEZ,CC))に対する感度係数
- Fig.E.9 BFS-62-1 炉心 : 反応率分布(F49(HEZ,CC)/F49(LEZ,CC))に対する感度係数
- Fig.E.10 BFS-62-1 炉心 : 反応率分布(F49(RDB,CC)/F49(LEZ,CC))に対する感度係数
- Fig.E.11 BFS-62-1 炉心 : 反応率分布(F25(LEZ,ZCE)/F25(LEZ,CC))に対する感度係数
- Fig.E.12 BFS-62-1 炉心 : 反応率分布(F25(UAB,ZBM)/F25(LEZ,CC))に対する感度係数
- Fig.E.13 BFS-62-1 炉心 : 反応率分布(F25(UAS,ZM)/F25(LEZ,CC))に対する感度係数
- Fig.E.14 BFS-62-1 炉心 : 反応率分布(F28(LEZ,ZCE)/F28(LEZ,CC))に対する感度係数
- Fig.E.15 BFS-62-1 炉心 : 反応率分布(F28(UAB,ZBM)/F28(LEZ,CC))に対する感度係数
- Fig.E.16 BFS-62-1 炉心 : 反応率分布(F28(UAS,ZM)/F28(LEZ,CC))に対する感度係数
- Fig.E.17 BFS-62-1 炉心 : 反応率分布(F49(LEZ,ZCE)/F49(LEZ,CC))に対する感度係数
- Fig.E.18 BFS-62-1 炉心 : 反応率分布(F49(UAB,ZBM)/F49(LEZ,CC))に対する感度係数

- Fig.E.19 BFS-62-1 炉心：反応率分布(F49(UAS, ZM)/F49 (LEZ,CC))に対する感度係数  
Fig.E.20 BFS-62-1 炉心：反応率比(F49/F25)に対する感度係数  
Fig.E.21 BFS-62-1 炉心：反応率比(F28/F25)に対する感度係数  
Fig.E.22 BFS-62-1 炉心：制御棒価値に対する感度係数

# 第1章 緒言

## 第1章 緒言

現在、ロシアでは解体核 Pu を含む燃料を実機高速炉 BN-600 で燃焼することを目的として、設計研究あるいはその予備実験が行われている。一方、ロシア解体核処分支援を目的として、核燃料開発サイクル機構（以下、サイクル機構）とロシアのオブニンスクにある物理エネルギー研究所（IPPE）との共同研究<sup>(1)</sup>が 1999 年 6 月に開始され、その一環として、サイクル機構において高速炉臨界実験装置 BFS-2 を用いて構成された体系 BFS-62 炉心を用いた実験解析の支援が行われている。

BFS 臨界実験は、その解析支援がロシア解体核処分の貢献だけでなく、サイクル機構で解析が行われてきた JUPITER 臨界実験<sup>(2)~(7)</sup>とは独立した臨界実験として位置づけることも可能である。従って、現在、行われている高速炉用核設計基本データベースの整備の観点から非常に有益なものであると考えられる。

具体的な解析として、まず最初に、プランケット付き濃縮 UO<sub>2</sub> 燃料炉心である BFS-62-1 炉心の実験解析を行い、2000 年 4 月 17~21 日にサイクル機構の大洗工学センターにおいて開催された共同研究会合において、臨界実験、及び、その解析に関して活発な議論・情報交換を行った。

本報告書は、以前より IPPE から支給されていた実験情報に加え、共同研究会合で新たに得られた情報にも基づいた、BFS-62-1 臨界実験解析について示すものである。解析は JUPITER 実験解析等で用いられてきた高速炉の標準解析手法<sup>(8)</sup>を用いて行われているが、現在、BFS 実験体系のような大規模な 3 次元 Hex-Z 体系の輸送計算が可能なコード、及び、その後処理プログラムが整備されていないので、本レポートでは 2 次元 RZ 体系計算による解析を中心に示し、3 次元解析は今後の課題とする。ただし、後述するように 2 次元 RZ 体系計算では十分な解析精度が得られていない核特性については、3 次元 Hex-Z 体系拡散計算の適用による解析結果改善について述べることとする。最後に、核設計基本データベースとしての有効利用の観点から、炉定数調整計算を行い、JUPITER 臨界実験との整合性評価、及び、BFS 実験データの適用性評価について言及する。

本報告書の構成は、第 1 章で全体概要を示し（杉野、庄野執筆）、第 2 章において BFS-62-1 体系及びそれを用いた臨界実験の概要を述べ（杉野、庄野執筆）、第 3 章では BFS-62-1 体系実験の解析方法を、第 4 章では解析で採用された格子計算モデルの検証について記述する（杉野執筆）。第 5 章では BFS-62-1 体系の解析結果と課題提起を行い、第 6 章では第 5 章で見られた問題解決のための 3 次元体系解析の有効性について説明し（杉野執筆）、第 7 章では第 5 章で得られた解析結果を用いた炉定数調整計算結果に基づいた BFS 実験の高速炉用核設計基本データベースとしての適用性について示し（岩井執筆）、第 8 章で以上をまとめるとする。

## **第2章 BFS-62 体系実験の概要**

## 第2章 BFS-62-1 体系臨界実験の概要

### 2.1 BFS-62 体系

BFS-62 体系実験は、現在はブランケット付き  $\text{UO}_2$  燃料炉心である高速発電炉 BN-600 に MOX 燃料を装荷し（ハイブリッド炉心）、かつ、ブランケットをステンレス鋼反射体で置換した場合の核特性を研究するためのモックアップ実験であり、オブニンスクにある IPPE の BFS-2 臨界実験装置を用いて行われている。BFS-62 体系実験の概要、スケジュールを次表に示す。

表 BFS-62 体系実験の概要

体系	燃料タイプ	炉心周辺	体系構築目的	実験期間
1	濃縮 $\text{UO}_2$	$\text{UO}_2$ ブランケット	基準体系 (現行 BN-600 炉心模擬)	1999 年 5 月 ～7 月
2	濃縮 $\text{UO}_2$	ステンレス反射体	反射体置換	1999 年 8 月 ～12 月
3	MOX+濃縮 $\text{UO}_2$	ステンレス反射体	ハイブリッド化	2000 年 1 月 ～3 月
4	MOX+濃縮 $\text{UO}_2$	$\text{UO}_2$ ブランケット	ブランケット置換	2000 年 10 月 ～12 月
5	MOX	$\text{UO}_2$ ブランケット	フル MOX 炉心化	2001 年 4 月 ～2002 年 6 月

※平成 12 年 4 月時点

炉心体系は、ステンレス製で外径 5cm の円管チューブを 5.1cm ピッチで六角格子状に配置し、チューブ内に直径 4.6～4.7cm 厚さ 1cm 以下の円筒状のペレットを炉心底部から積み上げていくことによって構成されている。チューブ管間のギャップ部には、燃料配列を規則的にするためにステンレス製の棒が挿入されているが、径ブランケット、制御棒近辺、反応率、Na ボイド反応度測定等の実験実施に必要な装置が挿入されるチューブ周辺には挿入されていない。基本セル構成の概念図を Fig. 2.1-1 に示す。

### 2.2 BFS-62-1 体系

BFS-62 体系実験シリーズの最初に構築された BFS-62-1 体系は、Fig.2.2-1(1)及び(2)に示すとおり 3 種類のウラン濃縮度の異なる燃料領域（低濃縮度領域（以下、LEZ）、中濃縮度領域（以下、MEZ）、高濃縮度領域（以下、HEZ））、劣化ウランのみにより構成される径ブランケット、ナトリウムが含まれる上下軸ブランケット、上部遮蔽体、下部支持構造物から構成されている。各セル構成には、濃縮金属ウラン（36、90%）、濃縮二酸化ウラン（36%）、劣化二酸化ウラン、ナトリウム、アルミニウム、酸化アルミニウム、ステンレス、炭化ホウ素、銅の各ペレットが用いられ、燃料領域におけるウラン濃縮度は濃縮金属ウラン及び濃縮二酸化ウランの組み合わせにより調整されている。

炉心燃料のセルは、Fig.2.2-2 に示すように炉心中心面を境にして、上下逆の並びになるように装荷されている。IPPE は上半分を逆にした場合と、しなかった場合との差を Mirror 効果（または、非周期的効果）と称しており、モンテカルロ法を用いて固有値に関する Mirror 効果を +0.25%

$\Delta k$  と評価している。Fig.2.2-3 には計算により得られた各セル内の全中性子束ピーキングを示すが、明らかのように濃縮ウランプレート付近で中性子束は大きくなっている。また、特に HEZ 燃料に関しては非対称性が大きく、HEZ セルが上下反転している付近は、90%濃縮ウランプレートがより近接し合うことになるので、軸方向の中性子束勾配を大きくする要因になっていると考えられる。

また、ナトリウムペレットとして、水素不純物が含まれるもの (Green または Old) と含まれないもの (Laser または New) が存在し、New ナトリウムはその在庫の関係から Fig.2.2-1(1) に示されているとおり鍵穴状に装荷され、Key 領域と称されている。径方向反応率分布の測定は Key 領域において行われたので、その正確な解析には炉心周方向の領域依存性を考慮する必要がある。

模擬制御棒として、模擬調整棒 (Compensation Rod (CR) Mock-up) と模擬安全棒 (Safety Rod (SR) Mock-up) が設置されている。模擬調整棒の吸収材部分は天然  $B_4C$  ペレット 1 に対し Na ペレット 2 の比で構成されており (ペレット厚さはほぼ同等)、模擬安全棒のものは天然  $B_4C$  ペレットのみにより構成され、実効的にホウ素の濃度が 2 種類設定されている。制御棒要素 1 体は Fig.2.2-4 に示されているように 4 つのチューブから構成され、模擬調整棒は炉中心 1 体、第 1 リング 6 体と第 3 リング 12 体から、模擬安全棒は第 2 リング 6 体の配置となっている。

## 2.3 BFS-62-1 体系臨界実験

BFS-62-1 体系では、臨界性、炉中心反応率比、反応率分布、制御棒価値、Na ボイド反応度が測定された。

臨界性の測定では、全制御棒を引き抜き位置に移動させた際の超臨界反応度が測定された。実験誤差について、JUPITER 実験から推測すると、超臨界反応度の測定誤差は無視でき、組成誤差が主要となるであろう。

炉中心反応率比の測定では、外径 8mm の小型核分裂計数管と外径 44mm のセグメント核分裂計数管が用いられ、独立に反応率比が測定された。小型計数管使用の場合は、チューブ間ギャップへの計数管の挿入が可能である。セグメント計数管を用いる場合には測定対象チューブ内のペレットを取り除く必要があるが、複数のセグメントから構成されるため、異なる核種間の核分裂比を同時に測定することが可能である。小型核分裂計数管使用の場合は、出力、位置等の測定条件を共通として、計数管を 5~10mm 程度ステップ状に移動させ、セル全長にわたる測定値の平均値をとることにより測定対象核種毎の核分裂率が測定された。実験誤差は、統計誤差、計数管位置の不確かさ、統計処理時に使用されているデータに起因する不確かさ、核分裂サンプル量が主因子であるが、十分な統計精度が得られるように測定時間が設定されている。

反応率分布の測定では、反応率比の場合と同じ小型核分裂計数管が使用された。実験誤差の因子は、反応率比の場合と類似しており、統計誤差、計数管位置の不確かさ、統計処理時に使用されているデータに起因する不確かさである。

制御棒価値は、制御棒フォロワ引き抜き時 (空気との置換) と制御棒吸収材挿入時 (空気からの置換) それぞれにおける検出器 (径プランケット領域に装荷された複数の減速材付電離箱) 信号の時間変化より反応度を算出し (反応度計)、両者を加えることにより求められた。

Na ボイド反応度は、Fig.2.3-1 に示すとおり炉心燃料及び上部プランケットの Na 非ボイド / ボイド状態を模擬した実験ロッドを振動させ、反応度の時間変化を反応度計で測定することにより行われた。反応度の不確かさは、実験ロッド振動毎の反応度の標準偏差で表される。1 チューブのみの Na ボイドのために反応度自体は 1 セント以下と非常に小さく、ウラン炉心であるために反応度は負であり漏洩成分が主要であるため、高精度の解析は困難であると考えられる。

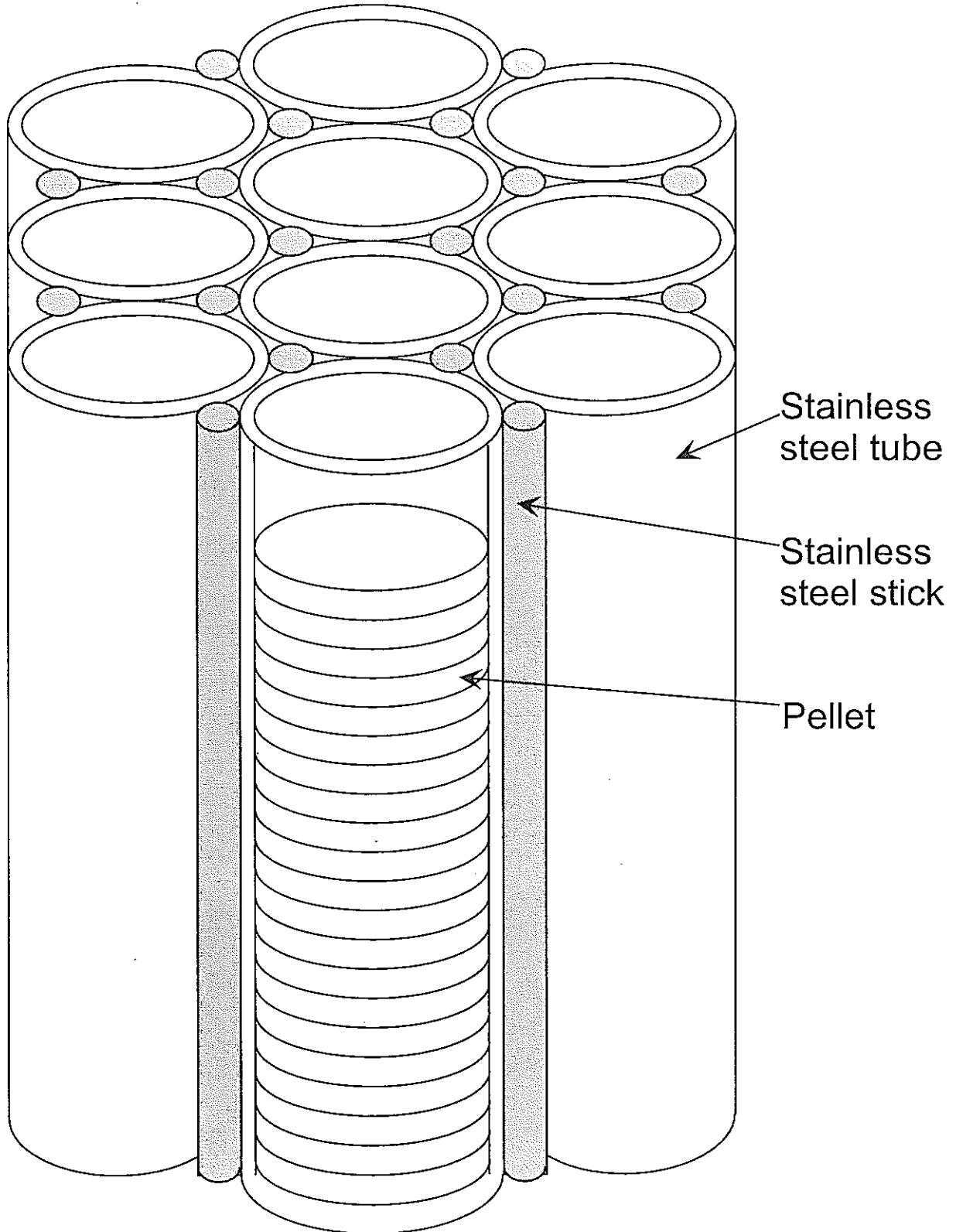


Fig.2.1-1 Conceptual description of the BFS-2 fuels

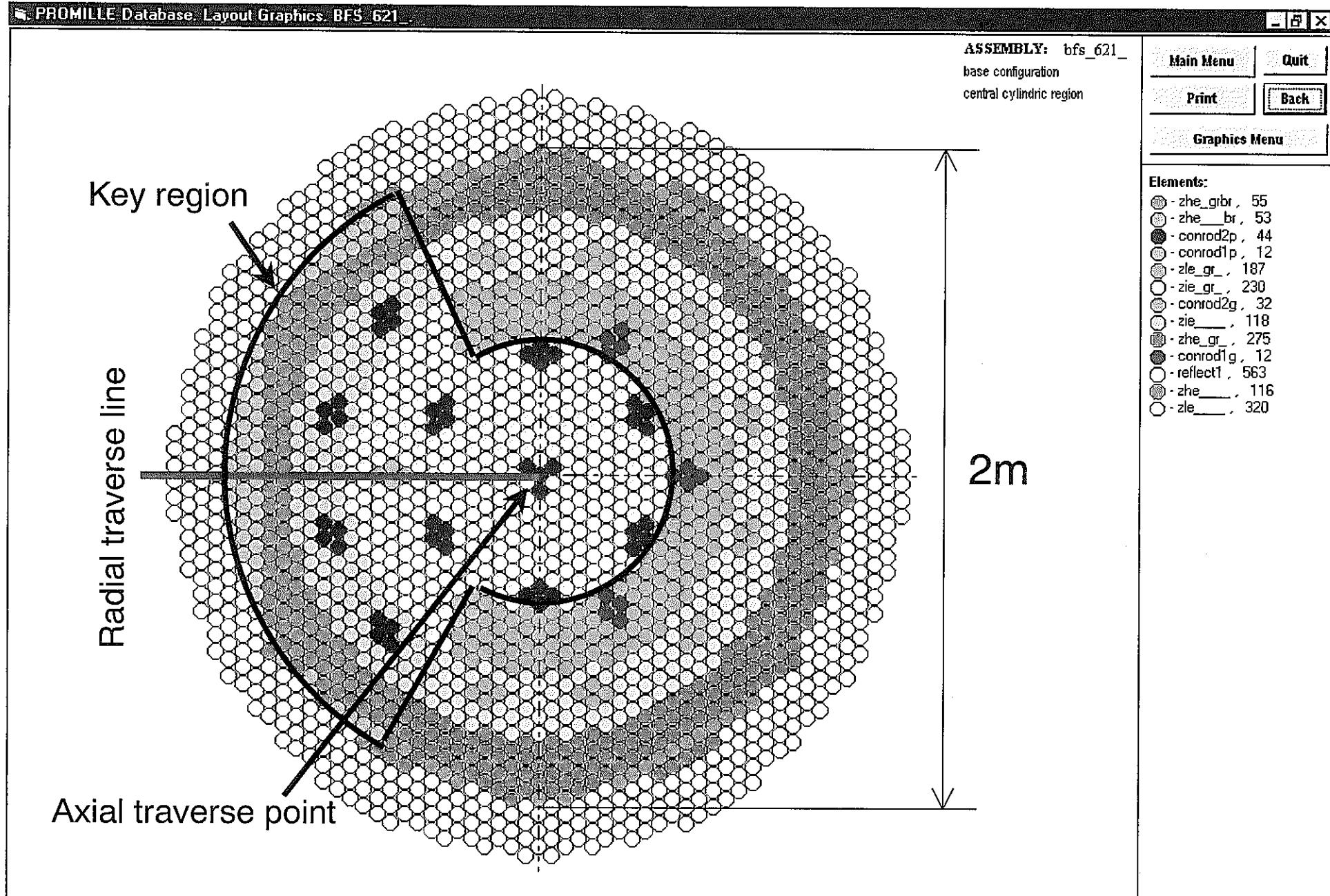


Fig.2.2-1(1) The description of the BFS-62-1 assembly - Radial section -

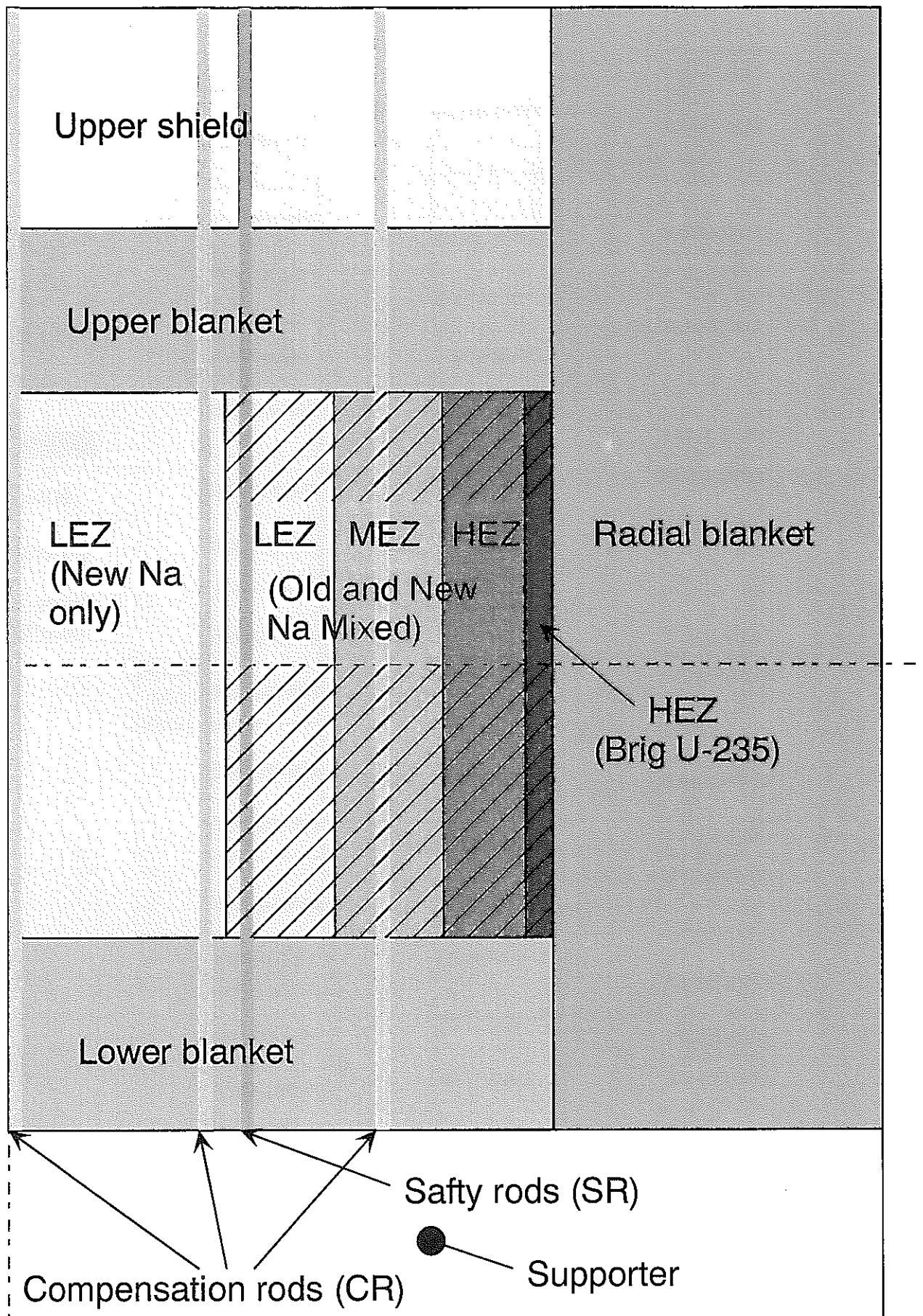


Fig.2.2-1(2) The description of the BFS-62-1 assembly  
- Axial section -

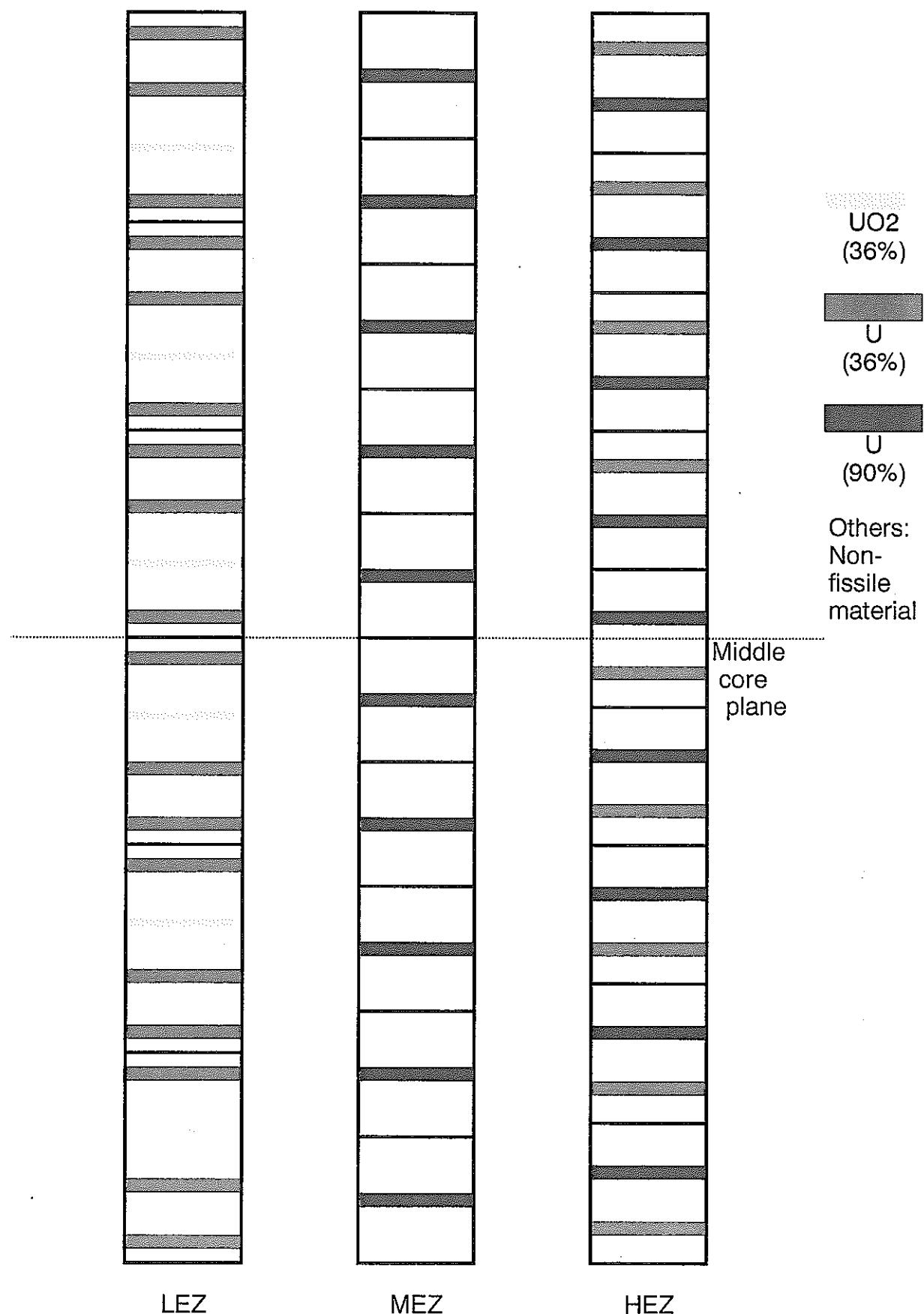


Fig.2.2-2 The axial arrangements of the cells in the core region

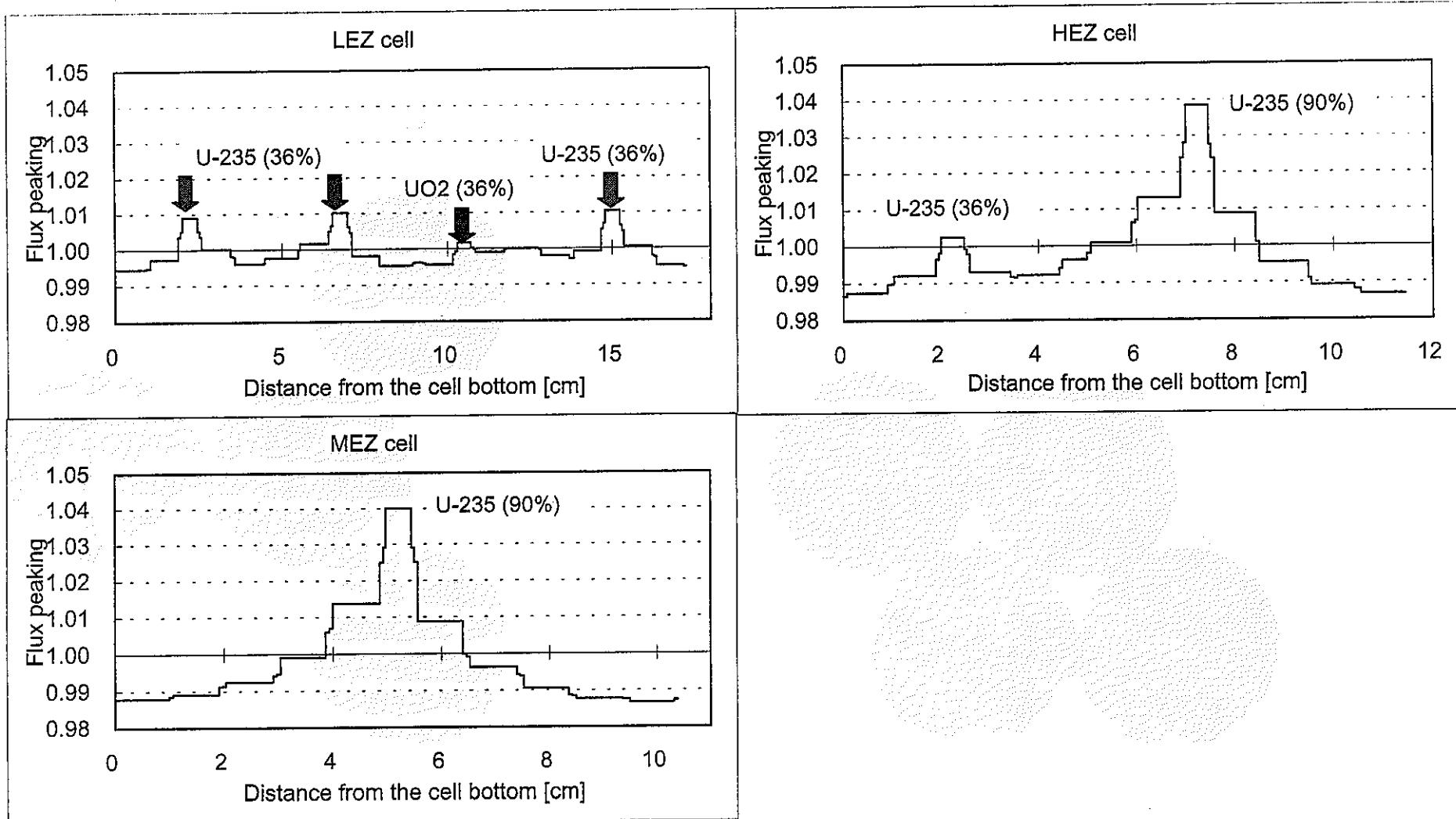


Fig.2.2-3 Calculated peaking factors of the total flux within the BFS-62 fuel cells

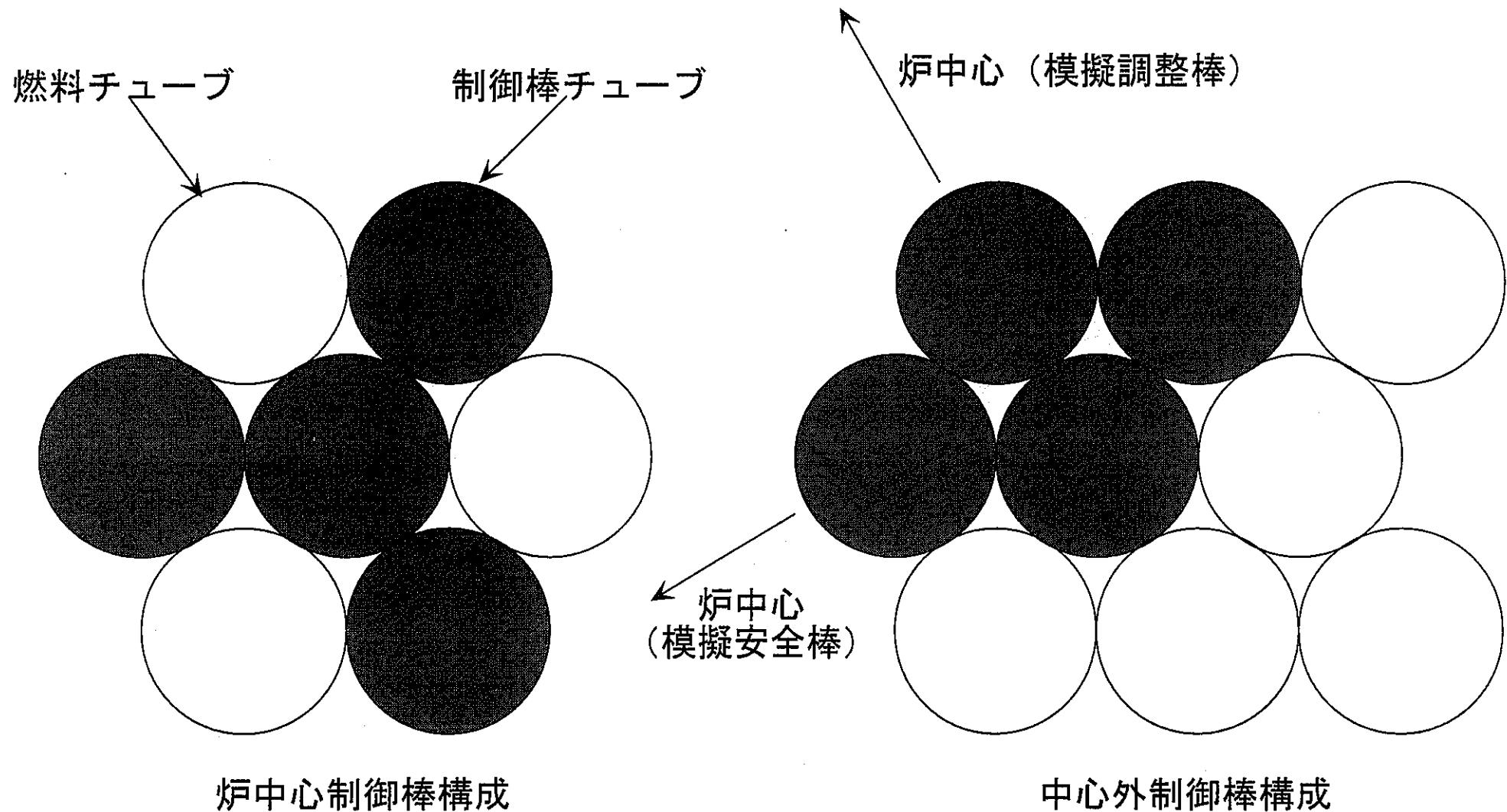


Fig.2.2-4 BFS-62-1炉心の制御棒構成

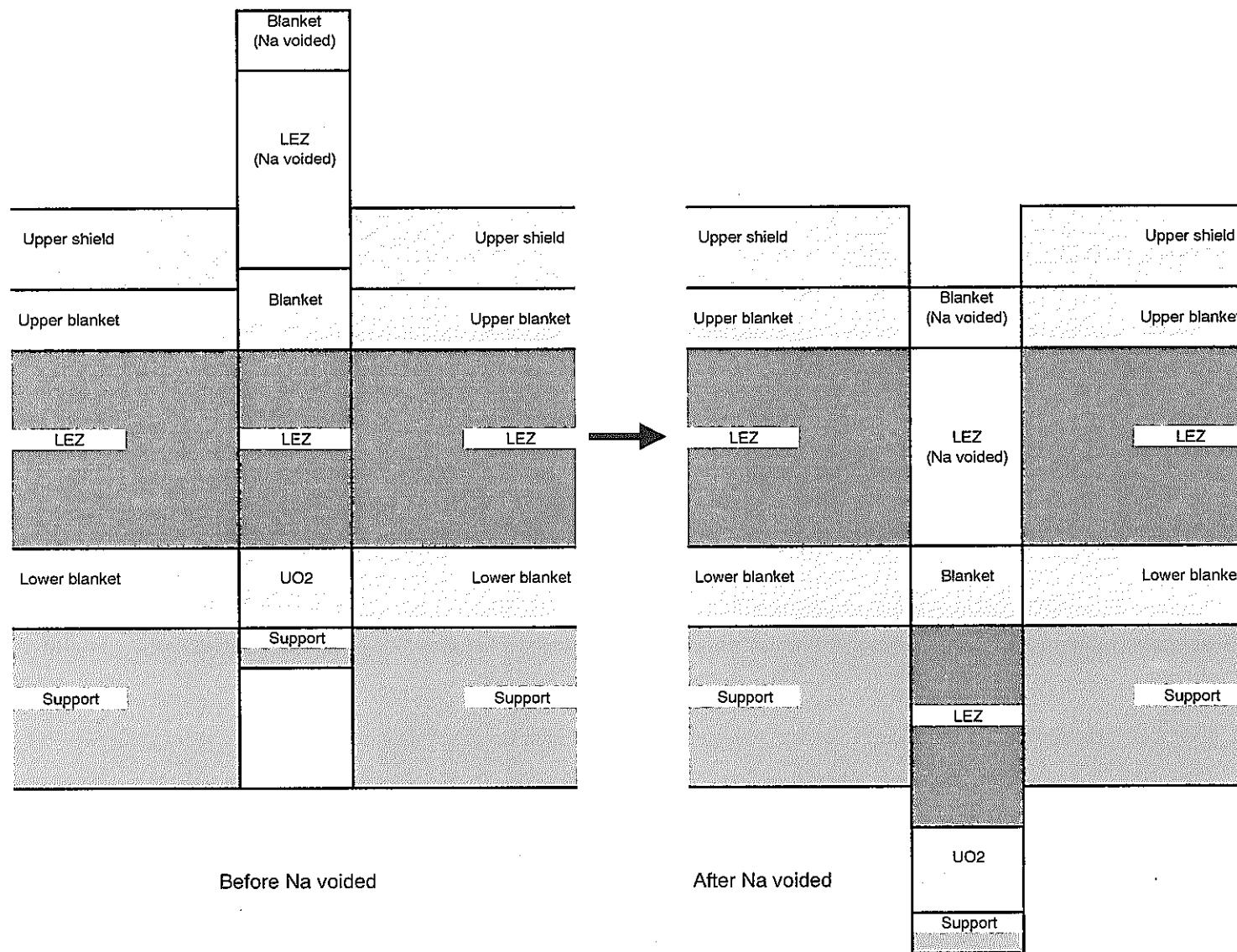


Fig.2.3-1 The measurement of the Na void reactivity in the BFS-62-1 assembly

## **第3章 BFS-62-1 体系実験の解析方法**

## 第3章 BFS-62-1 体系実験の解析方法

### 3.1 解析データの作成

#### 3.1.1 組成データの作成

IPPE より受領した BFS-62-1 実験レポートを基に BFS-62-1 臨界実験解析用入力データの作成を行った。

実験レポートに与えられているデータは、ペレット（ミートとシェル）の寸法（外寸）、ペレット重量、シェル重量、シェル重量密度、ミート重量密度、同位体重量比である。他方、シェルで被覆されているペレットには、計算から明らかに空隙（ボイド）が存在することが分かっているが、詳細な形状は不明なため、シェルかミートのどちらかに含める方法が一般的であると考えられる。今回は、出来るだけミートの密度を保存するために、シェルにボイド領域を含めることにしたが、ミートに含めた場合についても評価を行った。各ケースの重量密度の算出は以下の通りである。

- ・シェルにボイドを含ませる場合

ミートの重量密度=既知

シェルの重量密度=シェル重量／（ペレット体積－ミート重量／ミート重量密度）

（明らかであるが、ミート重量=ペレット重量－シェル重量）

- ・ミートにボイドを含ませる場合

ミートの重量密度=ミート重量／（ペレット体積－シェル重量／シェル重量密度）

シェルの重量密度=既知

重量密度から同位体組成の算出は次の通りである。

同位体組成=重量密度×同位体存在比／原子量×アボガドロ数

原子量は JENDL-3.2 ベースの JFS3 ライブライリに含まれているものを、アボガドロ数、天然元素存在比（ホウ素）は 1999 年理科年表を参考にした。

なお、レポートに記載されている不純物は全て含めることとした。

#### 3.1.2 プレートストレッチ

シェルとミートの構造は明らかではないが、簡単のため、両者を完全に 1 次元方向（高さ方向）に分離することとした。それぞれの高さは、体積割合に基づいて決定した。プレートストレッチでは、直徑の異なる各ペレット、厚さ約 1mm の円管チューブ、チューブを支えるためのステンレス棒（Steel rod）を、Fig.3.1-1 に示すように幅 5.1cm の正六角単位セルにスミアするわけであるが、従来通り、円管チューブとステンレス棒については、非燃料領域に均一となるよう行った。また、ステンレス棒は、炉心燃料領域とその上下の領域のみに 1 セル当たり 2 本挿入され

ているものとして取り扱い、それ以外の領域に対しては挿入されていないものとした。

### 3.1.3 領域毎の炉心高さの違いによる補正

BFS-62-1 を構成する LEZ、MEZ、HEZ 領域で 1cm 以下ではあるが微妙に軸方向高さが異なる。また、古い Na ペレット (Green Na) と新しい Na ペレット (Laser Na) で高さが異なるため、全て組み合わせると 6 種類の異なる高さの燃料が存在することになる。炉心計算においては、単一高さとして計算を行うために、今回は、全ての燃料が平均の LEZ の高さとなり、かつ、インベントリが保存されるように、領域毎の組成を補正した。

### 3.1.4 炉心構成

今回の解析では、出来るだけ忠実な炉心構成となるように、各領域を分類した。

すなわち、BFS-62-1 実験レポートには、Fig. 2.2-1(1)に示すように Key 領域と呼ばれる LEZ の 9 列目までとそれより外周の 120 度セクター内により構成される領域について記述があり、その領域内の燃料、及び、上部ブランケット、制御棒フォロワ中の Na は全て新しいものが使用され、残りは古い Na であったとのことである。120 度セクターの取り扱いとしては、新しい Na と古い Na を用いたことによる各実効断面積を、1:2 の割合で混合することにより行った。

また、Na 以外に濃縮度 36% のウランについては、New、Old、Brig の 3 種類が存在し、LEZ には Old が、HEZ の最外周には Brig が、それ以外の HEZ には New がそれぞれ用いられた。

径ブランケットについては、文章による記述があるのみであるが、UO<sub>2</sub>ペレットが炉心底部から積み上げられ、Na は含められていないとのことである。

Na と 36%U に関して、以上をまとめると次の通りである。

表 領域毎の Na 及び 36% 濃縮度 U の種類

領域	Na	36%U
LEZ (第 9 列まで)	New	Old
LEZ (第 9 列まで) 内 Na フォロワ	New	-
LEZ (第 9 列より外)	Mixed*	Old
LEZ (第 9 列より外) 内 Na フォロワ	Mixed*	-
MEZ	Mixed*	-
MEZ 内 Na フォロワ	Mixed*	-
HEZ (最外周以外)	Mixed*	New
HEZ	Mixed*	Brig
径ブランケット	含まれず	-

\*: New : Old = 1 : 2

### 3.2 臨界実験解析方法

解析は、2 次元 RZ 炉心モデルの適用を除いて、JUPITER 標準解析手法に基づき、最善の評価値を求ることとした。

格子計算は、JENDL-3.2<sup>(9), (10)</sup>ベースの JFS3 ライブライ<sup>(11), (12)</sup>を用い、前述したようにプレーストトレッチモデルを適用し、実効断面積計算において Tone の方法<sup>(13)</sup>を採用している CASUP

コード<sup>(14)</sup>を用いて行った。プレートストレッチの適用性評価については次章で述べることとする。BFS 実験体系の制御棒セルは非均質構造であるが、下図に示すように制御棒セルの非均質性の方向とチューブの並びは垂直であるため、均質化断面積作成における 1 次元スーパーセルの使用は妥当ではないと考えられる。従って、今回は均質組成により実効断面積の計算を行った。

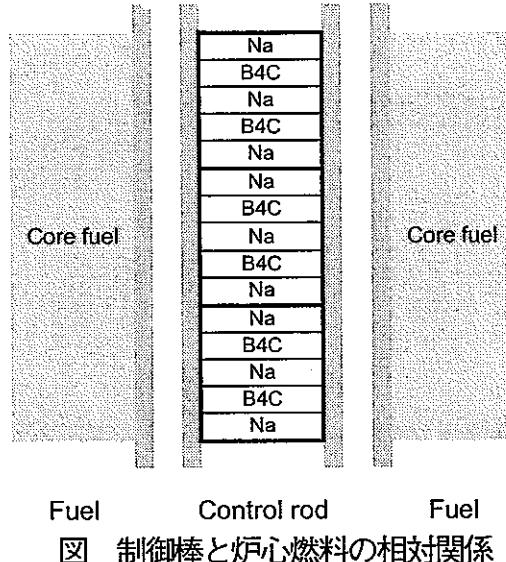


図 制御棒と炉心燃料の相対関係

炉心計算は、実効遅発中性子割合の計算及び感度係数計算を除き、縮約誤差、及び、その任意性を避けるために 70 群計算で行うこととした。炉心は 2 次元 RZ 体系によりモデル化したため、制御棒価値と Na ボイド反応度の計算は中心部のみに限定されている。また、補正量を小さくするするために、Benoist の等方拡散係数に基づく輸送断面積を用いた輸送計算を基準計算とし、Benoist の非等方、及び、等方拡散係数を用いた拡散計算により中性子ストリーミングの非等方性を考慮した。収束判定条件は、次表に示す通り拡散計算の条件を厳しくし、輸送計算ではその条件では収束の見込みがないため、一般に行われている設定とした。

表 炉心計算の収束条件

	拡散計算	輸送計算
中性子束	$1.0 \times 10^{-5}$	$1.0 \times 10^{-4}$
固有値	$1.0 \times 10^{-6}$	$1.0 \times 10^{-5}$

次に、各核特性の計算方法について示す。

臨界性、制御棒価値の計算は炉心計算により得られる固有値から求めた。

反応率分布、及び、反応率比の解析は、JUPITER 実験解析と同様に、格子計算（臨界バックリングを使用）においてセルファクターを求めておき、炉心計算により得られた検出器位置の反応率（セル実効断面積と中性子束の積のエネルギー和）に対し補正を施した。セルファクターは次式の通り、セル平均の反応率と検出器位置平均反応率の比で与えられる。

（セルファクター）

$$CF = \frac{\bar{r}_{Cell}}{\bar{r}_{Detector}} \quad (3-1)$$

また、それぞれの反応率は次式により定義した。

(セル平均反応率)

$$\bar{r}_{Cell} = \frac{\sum_{i \in Cell} N_i \sigma_i \phi_i V_i}{\sum_{i \in Cell} N_i V_i} \quad (3-2)$$

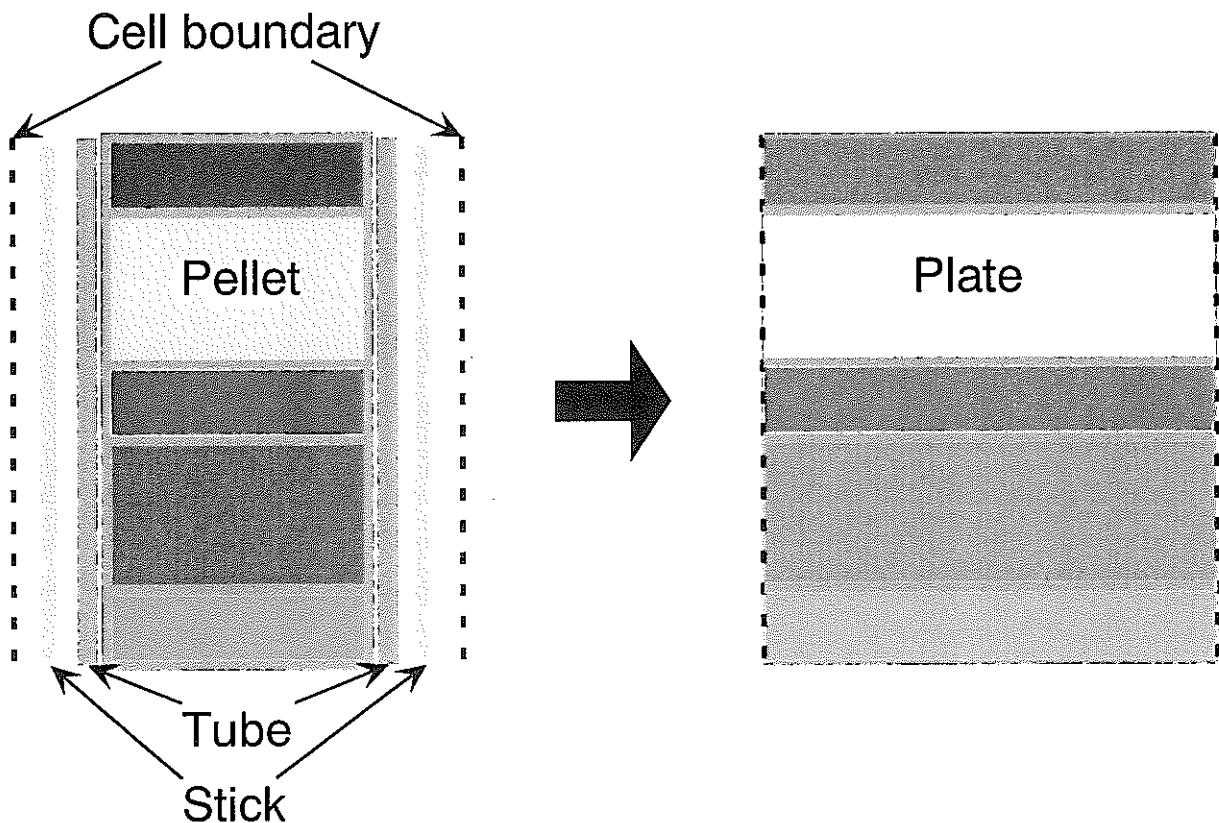
(検出器位置平均反応率)

$$\bar{r}_{Det} = \frac{\sum_{i \in Cell} \sigma_i \phi_i V_i}{\sum_{i \in Cell} V_i} \quad (3-3)$$

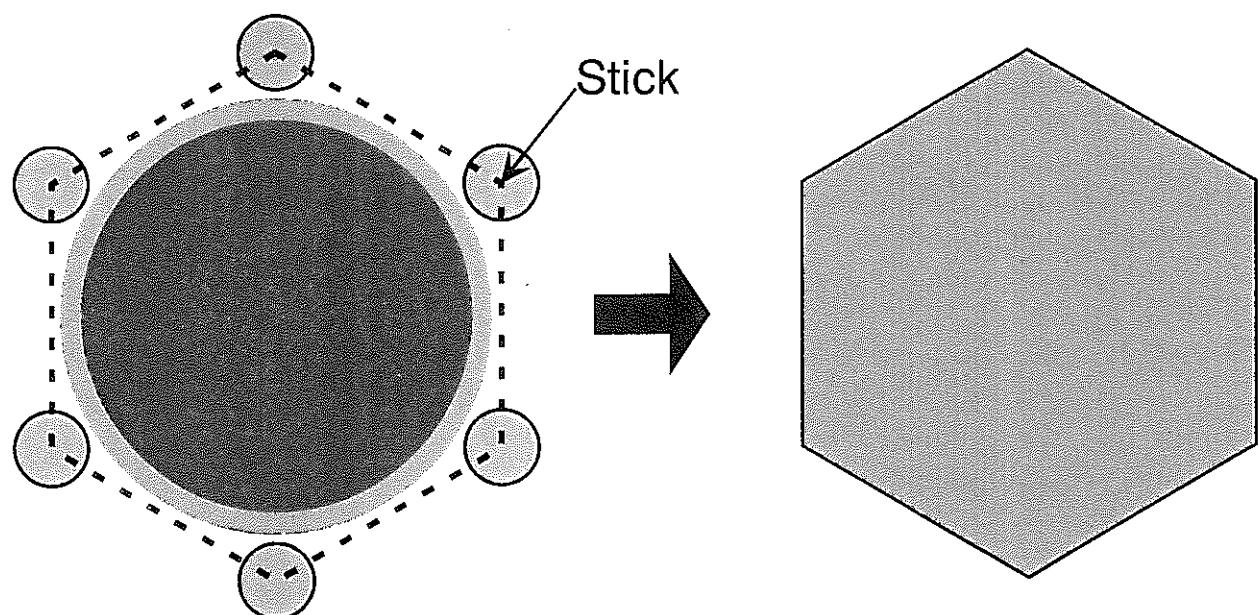
これらの導出については、付録Aで詳しく述べることとする。この手順は、実効反応率と検出器反応率の比が格子計算により取り扱われているため、炉心体系との中性子スペクトルの差による影響が懸念される。

Na ポイド反応度は、Fig.2.3-1 に示すとおり炉心燃料及び上部ブランケットの Na 非ポイド／ポイド状態を模擬した実験ロッドを振動させることにより与えられたので、解析では領域が変化した全ての領域を摂動対象とし、輸送、拡散それぞれの炉心計算により得られた中性子束を用いた厳密摂動論を用いることにより行った。

制御棒価値の計算は、反応度が十分大きいので、直接計算、すなわち制御棒挿入時と引き抜き時の固有値より算出した。実験レポートには、制御棒フォロアを空気で置換することによる反応度も測定されたが、空気との置換反応度は拡散計算が適用不可能であり、更に、関心も薄いことから行わないこととした。



- Axial view -



- Radial view -

Fig.3.1-1 Plate stretch modeling for the BFS-62-1 cell

## **第4章 BFS-62 体系実験解析における格子計算モデルの検証**

## 第4章 BFS-62 体系実験解析における格子計算モデルの検証

### 4.1 検証方法

JFS-3 ライブラリを出発点とする決定論的手法、及び、プレートストレッチモデルの検証のため、実際のセル体系を忠実にモデル化した連続エネルギーモンテカルロ法コード MVP<sup>(15)</sup>により得られた計算結果を参照解として比較・検討を行った。解析対象は、付近で反応率比測定の行われたLEZ セルの固有値（無限増倍率）、実効断面積、中性子スペクトル、反応率比、セルファクターである。なお、反応率分布への影響の指標となる固有値とセルファクターについては、他のセルについても比較を行った。また、比較結果の分析のため、MVP を用いたプレートストレッヂモデルの計算も行った。MVP による計算条件は、その入力作成簡素化の観点から境界条件を全て反射とし、110 万ヒストリー数（内、10 万ヒストリー切り捨て）である。バックリングは MVP に対して与えることができないことから、両者共通して 0 と置いた。反応率測定の際はチューブ管のステンレス棒の挿入が不可能であることから、チューブ周囲のステンレス棒を除き、核分裂計数管の挿入は考慮していない。検出器位置の反応率計算に関して、MVP の忠実モデルでは核分裂計数管が挿入される位置の反応率を、CASUP、及び、プレートストレッヂモデル使用 MVP では付録 A 中の（A-13）式により得られる反応率をそれぞれ求めた。

なお、本報告書の反応率の記述には以下の略称が用いられている。

表 反応率の略称

反応率タイプ	略称
U-235 核分裂反応	F25
U-238 核分裂反応	F28
Pu-239 核分裂反応	F49

### 4.2 検証結果

固有値の比較を Table 4.1-1 に、反応率比の比較を Table 4.1-2 に、セルファクターの比較を Table 4.1-3 にそれぞれ示す。また、実効マクロ断面積の比較を Fig. 4.1-1 に、スペクトルの比較を Fig. 4.1-3 にそれぞれ示す。

固有値については、炉心燃料セルにおいては CASUP と MVP で 0.2% 以内の良い一致を示しているが、差の原因是同じプレートストレッヂモデル使用の MVP の結果との比較から、プレートストレッヂモデルの適用ではなく、決定論的手法の使用であることが分かる。LEZ から MEZ、HEZ とセル平均 U-235 濃縮度が上昇するに従い、MVP との差は減少しており、定性的には径方向反応率分布への誤差要因になっているものと考えられる。ブランケット領域では、径方向（R-blanket）、軸方向（A-blanket）共、CASUP は 3.5% (1%  $\Delta k$ ) の過小評価を示している。ただし、ブランケット領域は増倍体系ではなく、中性子の吸収と透過の影響評価が重要なので、ここでは結果の提示に留める。

反応率比に関しては、F49/F25 については良い一致を示しているものの、F28/F25 については 6% の過大評価が見られる。両者の差を補正として考えると、後に述べるように解析結果は F49/F25 で 1% の過大評価、F28/F25 は 1~3% の過大評価であるので、F49/F25 については解消する方向へ働くことになる。なお、F28/F25 はもれを考慮することにより 10% 程度変化するので、

もの考慮を行っていない計算結果の比較についてはあまり重要視しないことにする。

セルファクターについて、MVP の結果は 3 次元計算によるものであるが、いずれの領域及び反応に対しても CASUP による結果は 0~2% の差を示している程度であり、問題はない。なお、MVP によるセルファクターの統計誤差は全て 0.3% 以下であり、CASUP との比較に値する。

実効断面積については、3keV 以下の捕獲と生成断面積において CASUP に過大評価が見られるが、中性子バランスの観点から捕獲と生成反応は互いにキャンセルしあい、このエネルギー領域の寄与は小さいことから、特に臨界性に対しては影響はないと考えられる。全断面積については、Na-23 の巨大共鳴のある 3keV 付近で、従来の計算手法では大きな差が見られる。更に、CASUP と MVP の差の分析結果を Fig. 4.1-2 に示すが、同じプレートストレッチモデルを用いた MVP との比較から、決定論的手法の使用が主要原因であることが分かる。

最後に、中性子スペクトルについて、BFS では通常の高速炉では見られない凹凸が見られるが、これは主に燃料シェルに採用されている Al (Al-27) の共鳴によるものである。MVP の結果同士の比較であるが、検出器位置とセル平均のスペクトルの一一致は非常に良く、反応率比解析におけるプレートストレッチモデル適用の妥当性の裏付けとなる。CASUP と MVP との比較を行うと、Fe (Fe-56)、Al-27、及び、Na-23 の巨大共鳴ピーク付近における一致が良くないことが分かる。不一致の原因は、Fig. 4.1-4 に示されているように決定論的手法の使用であるが、ここでは現状認識に留めておく。

以上をまとめると、MVP の忠実なモデルとプレートストレッチモデルを用いた場合の計算結果の一一致が良いことから、BFS-62-1 炉心に対するプレートストレッチモデルの使用は妥当なものであると判断される。決定論的手法と連続エネルギーモンテカルロ法との比較においては、構造材の巨大共鳴ピーク付近や、3keV 以下のエネルギー領域において中性子スペクトルに大きな差が見られ、それらが複雑に作用し合うことにより、固有値等に影響を及ぼしているものと考えられる。これらの差が核特性及ぼす定量的な影響評価については、高速炉核特性解析全般に及ぶ問題があるので、ここでは現状認識に留めておく。

Table 4.1-1(1) Comparison of calculated Eigenvalue for the BFS-62-1 cell  
 - Eigenvalue -

	LEZ	MEZ	HEZ	R-blanket	A-blanket
CASUP	1.21775	1.30674	1.40526	0.28488	0.25603
MVP (Plate stretch)	1.21982	-	-	-	-
MVP (Exact)	1.21999	1.30845	1.40580	0.29523	0.26543

Table 4.1-1(2) Comparison of calculated Eigenvalue for the BFS-62-1 cell  
 - Relative difference of Eigenvalue -

	LEZ	MEZ	HEZ	R-blanket	A-blanket
CASUP	-0.183*1	-0.131*1	-0.039*1	-3.507*1	-3.541*1
MVP (Plate stretch)	±0.02*2	-	-	-	-
MVP (Exact)	±0.02*2	±0.02*2	±0.02*2	±0.11*2	±0.10*2

\*1: Unit %

\*2: Statistical error in %

Table 4.1-2 Comparison of calculated spectrum indices between CASUP and MVP

	Detector position		Cell average	
	F49/F25	F28/F25	F49/F25	F28/F25
CASUP (Rel.Dif.*)	0.939 (+0.70)	0.0206 (+6.27)	0.955 (-0.89)	0.0216 (+3.77)
MVP (Error**)	0.932 (±0.09)	0.0194 (±0.20)	0.964 (±0.06)	0.0209 (±0.15)

\*: Percentage relative difference

\*\*: Percentage statistical error

Table 4.1-3 Comparison of the cell averaging factors  
between CASUP and MVP

Cell	Code	F49	F25	F28
LEZ	CASUP	0.999	0.982	1.029
	MVP	1.003	0.970	1.041
	Ratio	1.004	0.988	1.012
MEZ	CASUP	1.000	0.960	0.984
	MVP	0.998	0.943	0.989
	Ratio	0.998	0.983	1.005
HEZ	CASUP	0.999	0.977	0.993
	MVP	0.998	0.964	1.005
	Ratio	1.000	0.986	1.012
A-blanket	CASUP	0.996	0.998	1.009
	MVP	0.995	0.993	1.018
	Ratio	0.999	0.995	1.010
R-blanket	CASUP	0.996	1.003	1.001
	MVP	0.996	0.996	1.013
	Ratio	1.000	0.993	1.012

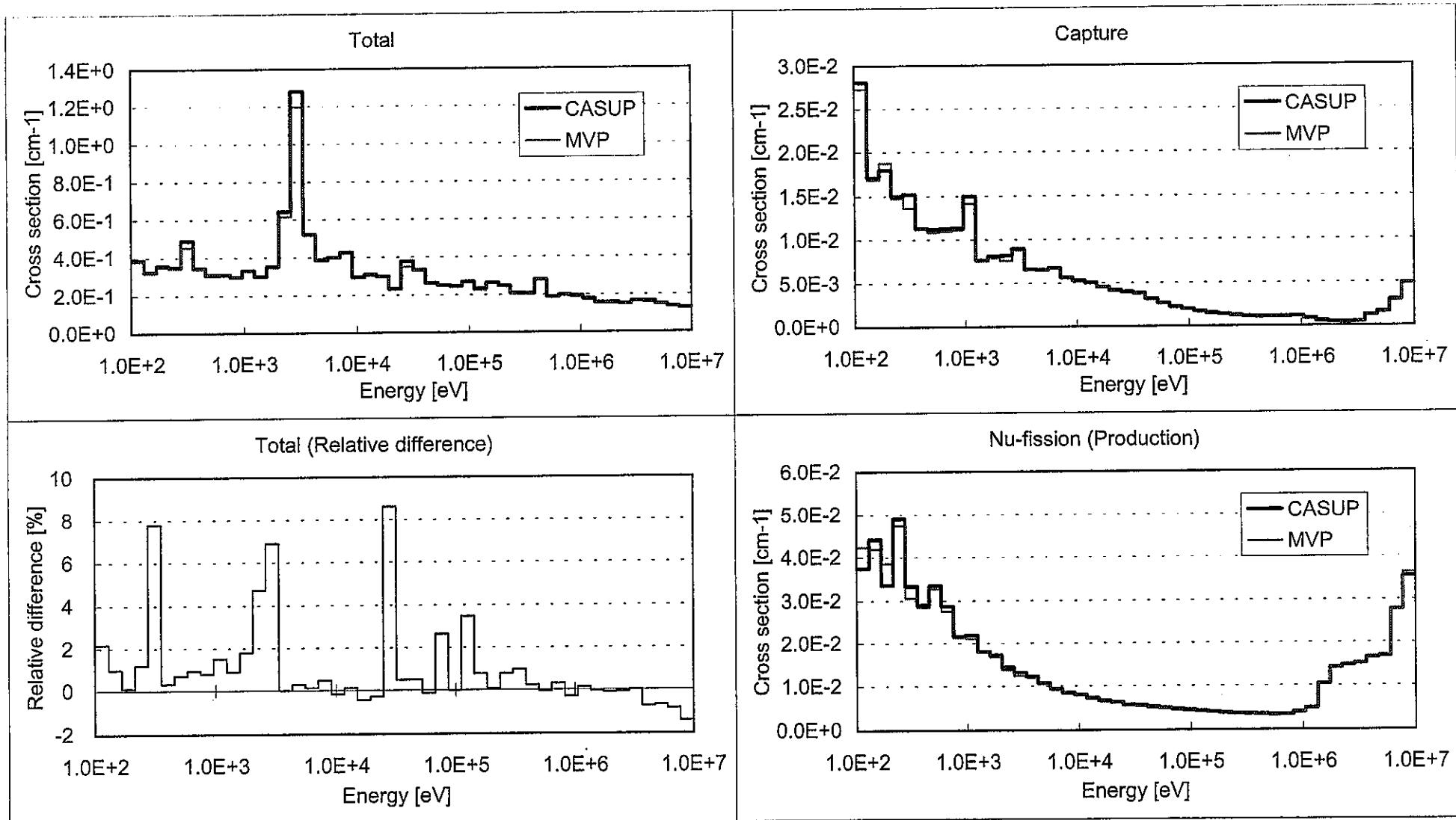


Fig.4.1-1 Comparison in the effective macroscopic cross sections of the LEZ cell in the BFS-62-1 assembly between CASUP and MVP

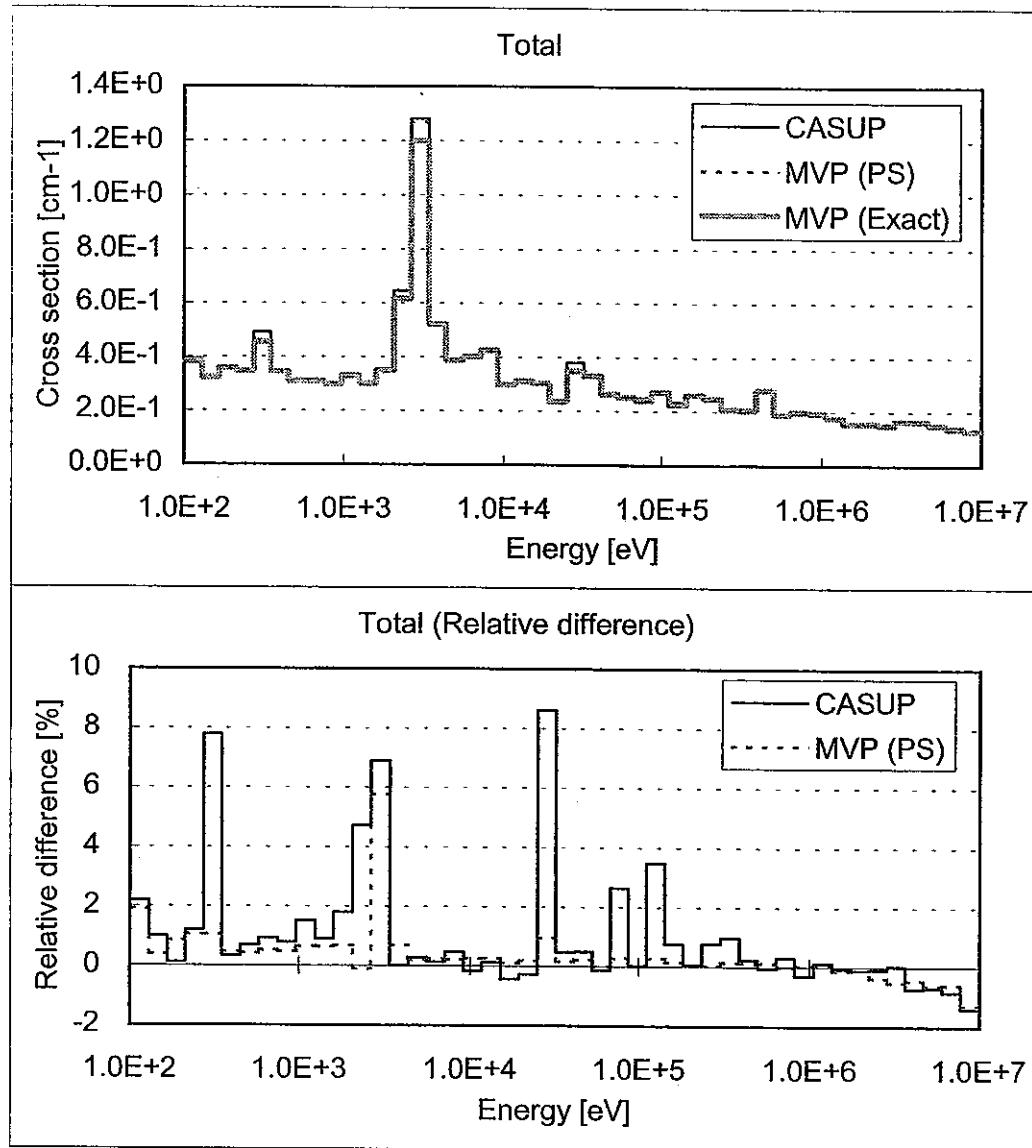


Fig.4.1-2 Modeling effects of the the total cross section of the LEZ cell  
in the BFS-62-1 assembly

PS: Plate stretch model

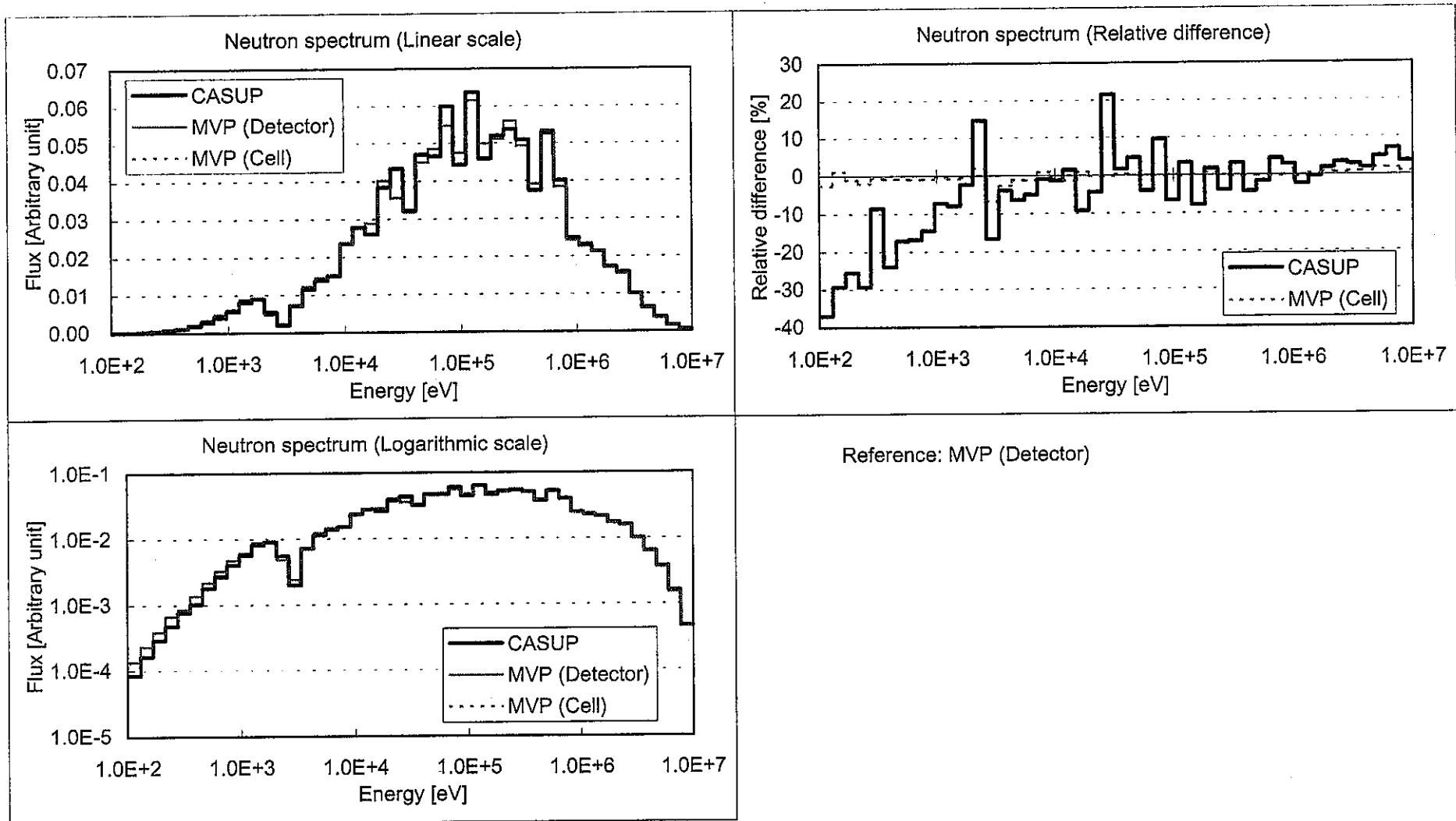


Fig.4.1-3 Comparison in the neutron spectra of the LEZ cell in the BFS-62-1 assembly between CASUP and MVP

Detector: Spectrum at the detector position

Cell: Cell averaged spectrum

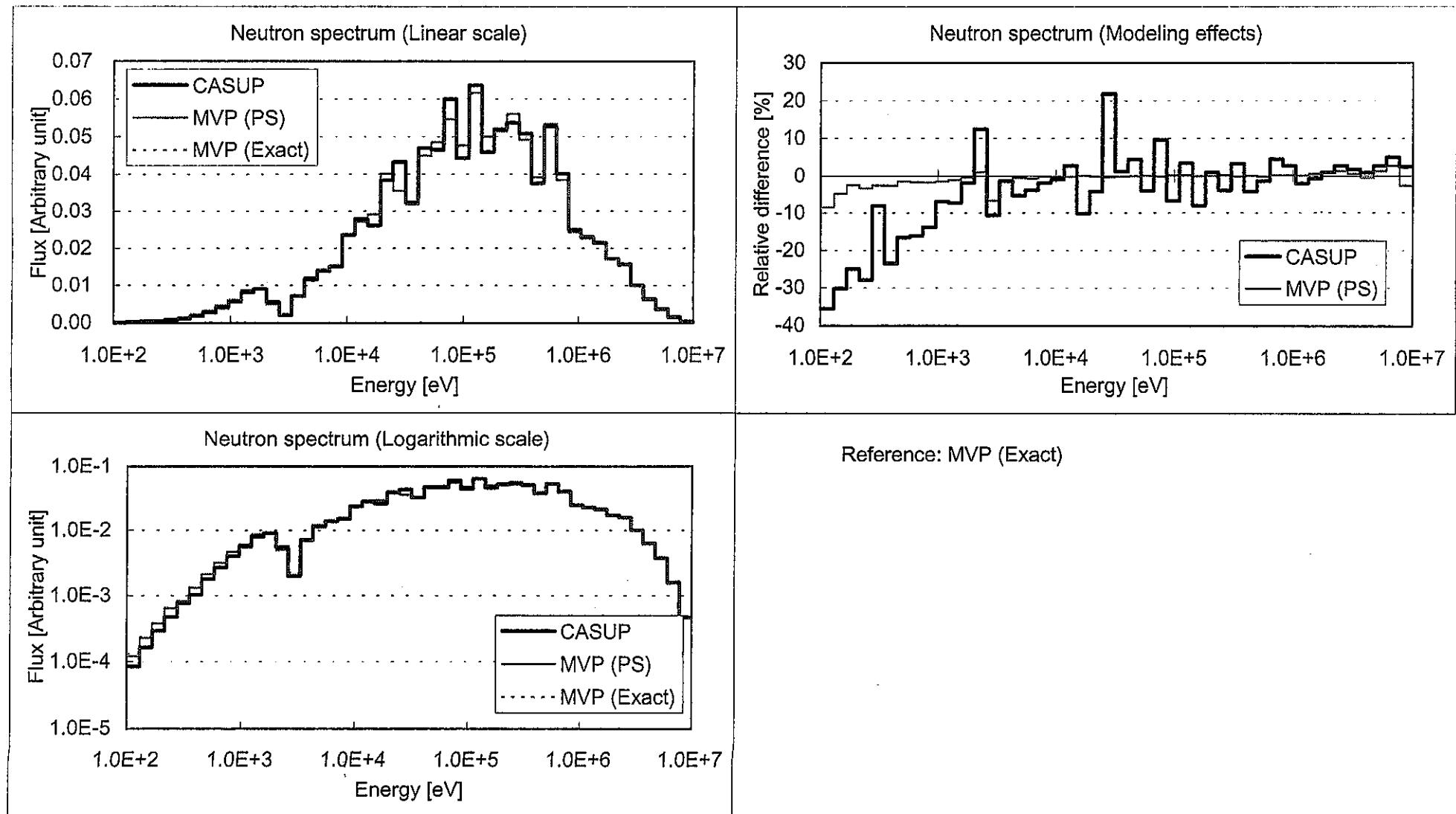


Fig.4.1-4 Modeling effects of the neutron spectrum of the LEZ cell in the BFS-62-1 assembly

PS: Plate stretch model

## **第5章 BFS-62-1 体系実験の解析結果**

## 第5章 BFS-62-1 体系の実験解析結果

本章では、中性子エネルギー70群で2次元RZ輸送計算による解析結果とその考察について示す。

### 5.1 臨界性

解析結果はTable 5.1-1に示すとおりであり、実験値に対し0.6%の過小評価が見られ、0.5%前後の過小評価が見られたJUPITERの臨界性解析結果と同様の傾向が見られる。BFS-62-1はウラン燃料炉心であり、従来解析を行ってきたPuを含む他の高速炉との比較・検討は、第7章の炉定数調整において示すこととする。

その他、ペレット中のボイド領域の扱いに関して、ミート部かシェル部に含めるかの差による影響(Table 5.1-1中のVoid treatment effect in cell calculation)、及び、格子計算時の境界条件の設定による影響はほとんどないことが分かる。

なお、第2章において示したように、IPPEは臨界性に対するMirror効果として+0.25%を計上しており、我々の解析においてもこの効果を評価する必要があるものと思われる。この効果の取り扱いには、直接セルの非均質性を取り扱うことの出来るモンテカルロ法の使用が最も有効であると考えられるが、他の方法として、Fig.2.2-2の全中性子束ピーキングの結果より予想されるように、特にHEZのセル内非対称性が大きな要因であると考えられるので、JUPITER-Iの解析で採用された非対称セル補正の方法のように、セル中心を境に上下2分割し、それぞれの領域に対する実効断面積を算出し、炉心計算において2分割された実効断面積を使用するという方法も考えられる。この点については考え得る評価方法の記述にとどめ、実際の解析については今後の課題とする。

### 5.2 反応率分布

Pu-239、U-235、U-238 それぞれの核分裂反応率(F49、F25、F28)の、径方向、軸方向の解析結果をFig. 5.2-1~5.2-6にそれぞれ示す。また、各補正係数を含めた解析結果を表形式にてTable 5.2-1~5.2-6に示す。

まず、径方向分布について観察すると、F49、F25に関しては炉心部において径方向依存性、すなわち、炉中心からの距離に対し正の傾きが見られる。これは、Na中に水素不純物のないKey領域を正確に取り扱わなかったことによるものと考えられ、次章における3次元解析の適用による検討で触れることとする。その他、第4章で述べたようにMVPとCASUPの比較において、固有値の計算結果の差に領域依存性が観測されたので、この効果も影響しているものと考えられる。また、47cm付近のC/E値の悪化は、実際の体系ではその場所は制御棒チャンネルに相当するが、2次元RZ体系では炉心領域として取り扱われているためである。ブランケット領域においては、いずれの反応率のC/E値についても中心から120cm付近において上への10%程度のピークが見られるが、F25とF49の実験値を見ると、その部分において下に凸となっていることから、実験値に不備があるか、実験体系において解析では取り扱われていない特殊な領域が存在するかのどちらかであると考えられる。C/E値の上へのピーク付近から更に外周部へ行くに従い、一般の高速炉解析で見られる反応率の過小評価が観測される。

他方、軸方向分布について、炉心部における計算値は実験値と非常によい一致を示している。ブランケット領域においては径方向深部と同様に過小評価が見られる。遮蔽体領域において過大

評価が見られるが、IPPE 側の結果にも同様の傾向が観察され、更に、核特性解析の観点からは重要ではないと考えられるので、特に問題視しない。

### 5.3 炉中心反応率比

計算結果は Table 5.3-1 に示されている通り、炉心計算による結果と実験値との間でよい一致が見られる。更に、格子計算のみでも、臨界バックリングを与えることにより、精度良く実験結果が再現されていることが分かる。

参考に、Table 5.3-2 に 1 次元格子計算モデルで求めたセルファクターを示す。BFS の場合、検出器（核分裂計数管）はセル内に一様に分布し、セル内の局所的な反応率の変化による影響はほとんど受けない。計算結果を見ても、セルファクターはほぼ 1.0 となっており、妥当な結果であると考えられる。

### 5.4 炉中心制御棒価値

前述したように 2 次元 RZ 体系で正確に取り扱うことの出来る制御棒は炉心中心部のみであり、解析対象も中心制御棒価値のみとした。計算結果を Table 5.4-1 にまとめるが、C/E 値は約 6% の過小評価である。炉中心制御棒は Fig.2.2-4 に示されているように同じ体積を持つ等価円とは表面積が大きく異なることが分かるが、この点については次の第 6 章で検討することとする。また、今回の解析では、制御棒吸収体領域の実効断面積計算は均質組成を基に行っているが、念のためチューブ + 空気領域と吸収材領域によるランピング効果を調べた。比較対象の均質化手法として中性子束体積重み法 (Flux volume weighting)、及び、反応率割合保存法<sup>(15)</sup> (Reaction preservation) を用いたが、Table B.4-2 に示されているとおり均質組成計算 (Volume weighting) との差は 1% 以下であり、今回の解析手法に問題のないことが分かった。

### 5.5 炉中心 Na ボイド反応度

制御棒価値の場合と同様、炉心中心部における Na ボイド反応度の解析を行った。計算結果を Table 5.5-1 に示す。C/E 値は 0.43 と極端な過小評価が見られるが、JUPITER 実験におけるものと比較して、測定された反応度が 2 衍小さいこと、漏洩項と非漏洩項の打ち消し合いの度合いが大きく、かつ絶対値において漏洩項の方が非漏洩項よりも大きいことなどの違いが挙げられ、非常に解析の難しい実験であることが推測される。拡散計算において 2 領域実験ロッドの振動により生じる空気の領域を直接取り扱うと計算結果に不具合が生じたので、拡散計算と輸送補正を算出するための輸送計算では、空気の領域はチューブのみで構成される希薄な Supporter で置き換えている。

Table 5.5-2 に各補正係数を示すが、いずれも非常に大きな補正となることが分かる。IPPE による Na ボイド反応度の解析値は実験値との良い一致を示しているが、IPPE は拡散計算による評価であり、サイクル機構による解析で得られた輸送・メッシュ補正約 30% を考慮しておらず、更に Fig.5.5-1 に示すようなモデル化（実際は Fig.2.3-1 の通り）を行った上で得られたものであるため、たまたま良い一致が得られている可能性のあることを留意する必要がある。また、輸送計算を用いた場合には、実験ロッドの動作により生じる空隙部分の取り扱いによる影響（空気とするかステンレスチューブとするかの違い）は見られない。付録中 Table B.5-1 は各補正係数の基本データである。

## 5.6 まとめ

C/E 値の 1.0 からのずれの原因として実験誤差、解析誤差、及び、核データの不確かさに起因する誤差が挙げられるが、Table 5.6-1 には C/E 値の 1.0 からのずれに対する実験誤差及び核データに起因する誤差（それぞれ第 7 章の Table 7.3、7.4 の値と同じ）との比較を示した。臨界性、及び、反応率比については、C/E 値の 1.0 からのずれは実験誤差と断面積誤差の和との比較から妥当なものであることが分かる。

他方、反応率分布については、実験誤差と断面積誤差の和を超える大幅な実験値とのずれが見られ、解析手法の観点からの検討が不可欠であることが分かる。まず、径方向依存性については、RZ 体系と Hex-Z 体系という幾何学的な相違は言うに及ばず、Key 領域と炉中心以外の制御棒フオロワが存在することによる影響が無視できない。この点については次の章で検討を行うこととする。プランケット領域における反応率解析精度の改善は、BFS に限らず高速炉一般の課題であり、燃料核種の共鳴領域、あるいは構造材核種の構造を正確に取り扱う手法が必要であると予想されている。遮蔽体領域における反応率は、これまでの核設計基本データベースの整備を目的とした炉心核特性解析ではほとんど重要視されていなかったが、貴重な臨界実験データとして有効活用する価値はあると考える。炉中心制御棒価値についても実際と 2 次元 RZ 体系モデルにおける形状は大きく異なっており、制御棒の表面積に大きな隔たりのあることから次章で示す次元解析による検討が必要であると考えられる。

第 3 章において示したように、BFS-62 体系では Mirror 効果を評価する必要があり、特に、HEZ 燃料セルは濃縮度の異なるウラン燃料が非対称に装荷されていることから、その影響は無視できないと考えられる。その評価には、JUPITER-I 実験解析の非対称セル補正の評価において採用されたように、セル内を 2 分割することによりセルの非対称性を取り扱う手法の適用が有効であると考えられ、今後、検討を行っていく予定である。

Table 5.1-1 Result of criticality analysis for BFS-62-1

Keff Reference	0.99494
Transport and mesh effect	(+0.00253)
Void treatment effect in cell calculation	(-0.00048)
Anisotropy correction	+0.00046
Corrected keff	0.99540
Experiment*	1.00125
C/E value	0.99416

\*: 17.5 cents super critical (Beta=7.16E-3)

Table 5.2-1 Results of analysis of the F49 reaction rate distribution in the radial direction

Distance [cm]	Anisotropic Cor.	(Transport Cor.)	Calculation	Experiment	C/E	Condition
2.9	1.001	0.995	1.192	1.272	0.937	LEZ
11.8	1.001	0.999	1.183	1.244	0.951	LEZ
20.6	1.001	0.996	1.165	1.225	0.952	LEZ
29.5	1.001	0.992	1.144	1.180	0.970	LEZ
38.3	1.001	0.985	1.139	1.153	0.987	LEZ
47.1	1.001	0.990	1.141	1.209	0.944	CRP R2
55.9	1.001	0.990	1.088	1.067	1.020	CRP-LEZ
64.8	1.001	0.992	1.028	0.958	1.073	LEZ-MEZ
73.6	1.000	0.989	0.962	0.858	1.121	MEZ
82.4	1.001	0.997	0.811	0.753	1.078	MEZ-HEZ
91.3	1.002	1.002	0.654	0.614	1.066	HEZ
100.1	1.003	0.997	0.492	0.466	1.055	HEZ-RDB
108.9	1.003	0.982	0.325	0.308	1.055	RDB
117.8	1.002	0.984	0.198	0.171	1.158	RDB
126.6	1.002	0.987	0.115	0.108	1.062	RDB
135.4	1.002	0.989	0.062	0.067	0.932	RDB
144.3	1.002	0.994	0.029	0.040	0.723	RDB
153.1	1.002	0.875	0.006	0.027	0.205	RDB

Cor.=Correction

RDB: Radial blanket

Table 5.2-2 Results of analysis of the F25 reaction rate distribution in the radial direction

Distance [cm]	Anisotropic Cor.	(Transport Cor.)	Calculation	Experiment	C/E	Condition
2.9	1.001	0.995	1.211	1.258	0.963	LEZ
11.8	1.001	0.999	1.202	1.245	0.966	LEZ
20.6	1.001	0.996	1.184	1.229	0.964	LEZ
29.5	1.001	0.991	1.164	1.193	0.976	LEZ
38.3	1.001	0.986	1.165	1.179	0.988	LEZ
47.1	1.001	0.991	1.180	1.245	0.947	CRP R2
55.9	1.000	0.990	1.091	1.077	1.013	CRP-LEZ
64.8	1.000	0.992	0.993	0.948	1.049	LEZ-MEZ
73.6	1.000	0.990	0.920	0.844	1.090	MEZ
82.4	1.001	0.997	0.784	0.725	1.081	MEZ-HEZ
91.3	1.001	1.002	0.625	0.595	1.050	HEZ
100.1	1.002	0.998	0.479	0.460	1.040	HEZ-RDB
108.9	1.002	0.984	0.356	0.331	1.077	RDB
117.8	1.002	0.987	0.228	0.188	1.208	RDB
126.6	1.002	0.988	0.136	0.128	1.063	RDB
135.4	1.002	0.988	0.075	0.078	0.960	RDB
144.3	1.002	0.993	0.035	0.045	0.780	RDB
153.1	1.002	0.876	0.007	0.029	0.229	RDB

Cor.=Correction

RDB: Radial blanket

Table 5.2-3 Results of analysis of the F28 reaction rate distribution in the radial direction

Distance [cm]	Anisotropic Cor.	(Transport Cor.)	Calculation	Experiment	C/E	Condition
2.9	1.001	0.995	1.212	1.322	0.917	LEZ
11.8	1.001	1.001	1.201	1.289	0.931	LEZ
20.6	1.001	1.003	1.176	1.221	0.963	LEZ
29.5	1.001	1.009	1.132	1.184	0.956	LEZ
38.3	1.001	0.969	0.995	1.088	0.914	LEZ
47.1	1.001	0.978	1.005	0.841	1.195	CRP R2
55.9	1.000	0.995	1.049	0.936	1.121	CRP-LEZ
64.8	1.000	1.002	1.044	0.942	1.107	LEZ-MEZ
73.6	1.000	0.971	0.925	0.869	1.064	MEZ
82.4	1.001	1.008	0.946	0.933	1.013	MEZ-HEZ
91.3	1.001	1.022	0.813	0.812	1.001	HEZ
100.1	1.002	0.981	0.503	0.561	0.896	HEZ-RDB
108.9	1.002	0.906	0.158	0.173	0.913	RDB
117.8	1.002	0.926	0.058	0.057	1.017	RDB
126.6	1.002	1.011	0.024	0.023	1.059	RDB
135.4	1.002	1.088	0.011	0.010	1.048	RDB
144.3	1.002	1.117	0.004	0.005	0.926	RDB
153.1	1.002	0.871	0.001	0.003	0.391	RDB

Cor.=Correction

RDB: Radial blanket

Table 5.2-4 Results of analysis of the F49 reaction rate distribution in the axial direction

Height [cm]	Anisotropic Cor.	(Transport Cor.)	Calculation	Experiment	C/E	Condition
0.0	1.001	0.995	1.239	1.240	0.999	Core
2.5	1.001	0.995	1.236	1.239	0.998	Core
5.0	1.001	0.995	1.229	1.243	0.989	Core
7.5	1.001	0.994	1.219	1.234	0.988	Core
10.0	1.001	0.994	1.205	1.203	1.002	Core
12.5	1.001	0.994	1.188	1.187	1.000	Core
15.0	1.001	0.994	1.167	1.158	1.007	Core
17.5	1.001	0.994	1.142	1.137	1.004	Core
20.0	1.001	0.994	1.114	1.113	1.001	Core
22.5	1.001	0.994	1.083	1.094	0.990	Core
25.0	1.000	0.994	1.048	1.040	1.007	Core
27.5	1.000	0.995	1.011	1.006	1.005	Core
30.0	1.000	0.995	0.971	0.954	1.018	Core
32.5	1.000	0.995	0.929	0.921	1.009	Core
35.0	0.999	0.995	0.885	0.875	1.011	Core
37.5	0.999	0.996	0.839	0.841	0.998	Core
40.0	0.998	0.996	0.792	0.792	1.000	Core
42.5	0.998	0.996	0.745	0.755	0.986	Core
45.0	0.997	0.996	0.698	0.694	1.005	Core
47.5	0.996	0.997	0.652	0.653	0.998	Core
50.0	0.996	0.994	0.609	0.621	0.981	Core
52.5	0.996	0.985	0.569	0.591	0.962	Blanket
55.0	0.995	0.980	0.529	0.549	0.964	Blanket
57.5	0.995	0.980	0.491	0.521	0.943	Blanket
60.0	0.995	0.981	0.454	0.478	0.950	Blanket
62.5	0.994	0.983	0.420	0.457	0.918	Blanket
65.0	0.994	0.985	0.388	0.419	0.925	Blanket
67.5	0.993	0.989	0.359	0.395	0.910	Blanket
70.0	0.993	0.993	0.335	0.368	0.910	Blanket
72.5	0.992	0.995	0.316	0.359	0.880	Blanket
75.0	0.992	1.002	0.304	0.341	0.893	Blanket
77.5	0.991	1.019	0.303	0.337	0.900	Blanket
80.0	0.991	1.013	0.315	0.349	0.904	Blanket
82.5	0.991	0.983	0.334	0.372	0.898	Shield
85.0	0.991	0.971	0.356	0.388	0.918	Shield
87.5	0.990	0.983	0.371	0.393	0.943	Shield
90.0	0.990	0.998	0.377	0.381	0.988	Shield
92.5	0.990	1.005	0.370	0.375	0.986	Shield
95.0	0.990	1.010	0.355	0.347	1.023	Shield
97.5	0.990	1.016	0.334	0.329	1.018	Shield
100.0	0.990	1.021	0.309	0.298	1.038	Shield
102.5	0.990	1.024	0.280	0.271	1.032	Shield
105.0	0.990	1.027	0.248	0.229	1.084	Shield
107.5	0.990	1.028	0.215	0.199	1.078	Shield
110.0	0.990	1.030	0.181	0.168	1.074	Shield
112.5	0.990	1.034	0.146	0.141	1.038	Shield
115.0	0.990	1.037	0.111	0.109	1.027	Shield
117.5	0.990	1.031	0.075	0.082	0.924	Shield
120.0	0.990	0.975	0.038	0.057	0.663	Shield

Cor.=Correction

Table 5.2-5 Results of analysis of the F25 reaction rate distribution in the axial direction

Height [cm]	Anisotropic Cor.	(Transport Cor.)	Calculation	Experiment	C/E	Condition
0.0	1.001	0.995	1.235	1.234	1.001	Core
2.5	1.001	0.995	1.233	1.244	0.991	Core
5.0	1.001	0.995	1.226	1.252	0.979	Core
7.5	1.001	0.995	1.216	1.220	0.997	Core
10.0	1.001	0.995	1.202	1.191	1.009	Core
12.5	1.001	0.994	1.185	1.174	1.009	Core
15.0	1.001	0.994	1.164	1.146	1.015	Core
17.5	1.001	0.994	1.139	1.129	1.009	Core
20.0	1.001	0.994	1.111	1.113	0.998	Core
22.5	1.001	0.994	1.080	1.100	0.982	Core
25.0	1.000	0.994	1.046	1.047	0.999	Core
27.5	1.000	0.994	1.009	1.000	1.009	Core
30.0	1.000	0.994	0.970	0.949	1.023	Core
32.5	1.000	0.995	0.928	0.909	1.021	Core
35.0	0.999	0.995	0.885	0.872	1.015	Core
37.5	0.999	0.995	0.840	0.851	0.988	Core
40.0	0.998	0.995	0.795	0.803	0.990	Core
42.5	0.998	0.995	0.749	0.768	0.975	Core
45.0	0.997	0.995	0.704	0.704	1.000	Core
47.5	0.996	0.996	0.661	0.664	0.995	Core
50.0	0.996	0.994	0.621	0.630	0.985	Core
52.5	0.996	0.986	0.607	0.618	0.983	Blanket
55.0	0.995	0.983	0.575	0.577	0.995	Blanket
57.5	0.995	0.983	0.540	0.557	0.969	Blanket
60.0	0.995	0.983	0.504	0.516	0.975	Blanket
62.5	0.994	0.985	0.468	0.490	0.955	Blanket
65.0	0.994	0.987	0.433	0.449	0.964	Blanket
67.5	0.993	0.990	0.401	0.413	0.970	Blanket
70.0	0.993	0.993	0.372	0.391	0.953	Blanket
72.5	0.992	0.995	0.348	0.368	0.944	Blanket
75.0	0.992	1.001	0.330	0.345	0.954	Blanket
77.5	0.991	1.013	0.321	0.336	0.956	Blanket
80.0	0.991	1.010	0.322	0.335	0.962	Blanket
82.5	0.991	0.984	0.339	0.347	0.976	Shield
85.0	0.990	0.973	0.351	0.353	0.994	Shield
87.5	0.990	0.985	0.357	0.343	1.040	Shield
90.0	0.990	1.000	0.354	0.332	1.069	Shield
92.5	0.990	1.005	0.342	0.313	1.092	Shield
95.0	0.990	1.009	0.323	0.284	1.136	Shield
97.5	0.990	1.015	0.300	0.262	1.144	Shield
100.0	0.990	1.019	0.274	0.233	1.180	Shield
102.5	0.990	1.022	0.246	0.209	1.177	Shield
105.0	0.990	1.024	0.217	0.176	1.231	Shield
107.5	0.990	1.025	0.186	0.153	1.220	Shield
110.0	0.990	1.026	0.156	0.126	1.241	Shield
112.5	0.990	1.029	0.126	0.108	1.158	Shield
115.0	0.990	1.033	0.095	0.081	1.172	Shield
117.5	0.990	1.027	0.065	0.061	1.049	Shield
120.0	0.990	0.970	0.032	0.042	0.782	Shield

Cor.=Correction

Table 5.2-6 Results of analysis of the F28 reaction rate distribution in the axial direction

Height [cm]	Anisotropic Cor.	(Transport Cor.)	Calculation	Experiment	C/E	Condition
0.0	1.001	0.995	1.260	1.286	0.980	Core
2.5	1.001	0.995	1.258	1.261	0.997	Core
5.0	1.001	0.995	1.251	1.216	1.029	Core
7.5	1.001	0.995	1.241	1.202	1.032	Core
10.0	1.001	0.995	1.227	1.240	0.989	Core
12.5	1.001	0.995	1.209	1.235	0.978	Core
15.0	1.000	0.995	1.187	1.234	0.962	Core
17.5	1.000	0.994	1.162	1.166	0.996	Core
20.0	1.000	0.994	1.133	1.148	0.987	Core
22.5	1.000	0.994	1.101	1.055	1.043	Core
25.0	1.000	0.994	1.065	1.033	1.032	Core
27.5	1.000	0.995	1.027	1.046	0.982	Core
30.0	0.999	0.996	0.985	0.996	0.988	Core
32.5	0.999	0.997	0.940	0.953	0.986	Core
35.0	0.999	0.999	0.892	0.903	0.988	Core
37.5	0.999	1.002	0.841	0.846	0.994	Core
40.0	0.998	1.007	0.786	0.754	1.043	Core
42.5	0.998	1.014	0.728	0.693	1.050	Core
45.0	0.997	1.015	0.658	0.667	0.987	Core
47.5	0.997	1.003	0.574	0.579	0.991	Core
50.0	0.996	0.988	0.475	0.485	0.980	Core
52.5	0.995	0.977	0.367	0.356	1.032	Blanket
55.0	0.995	0.939	0.271	0.281	0.963	Blanket
57.5	0.995	0.892	0.198	0.218	0.909	Blanket
60.0	0.995	0.900	0.154	0.172	0.892	Blanket
62.5	0.994	0.912	0.121	0.135	0.893	Blanket
65.0	0.994	0.921	0.095	0.110	0.865	Blanket
67.5	0.994	0.941	0.076	0.089	0.853	Blanket
70.0	0.994	0.969	0.062	0.071	0.870	Blanket
72.5	0.994	1.003	0.051	0.057	0.890	Blanket
75.0	0.993	1.035	0.041	0.048	0.861	Blanket
77.5	0.993	1.059	0.034	0.039	0.851	Blanket
80.0	0.993	1.083	0.027	0.031	0.868	Blanket
82.5	0.993	1.118	0.021	0.023	0.922	Shield
85.0	0.993	1.152	0.017	0.019	0.859	Shield
87.5	0.993	1.162	0.013	0.014	0.886	Shield
90.0	0.993	1.174	0.010	0.011	0.894	Shield
92.5	0.993	1.219	0.008	0.009	0.895	Shield
95.0	0.993	1.270	0.006	0.007	0.918	Shield
97.5	0.993	1.312	0.005	0.005	1.009	Shield
100.0	0.993	1.355	0.004	0.004	0.919	Shield
102.5	0.993	1.458	0.003	0.003	0.994	Shield
105.0	0.993	1.611	0.003	0.002	1.104	Shield
107.5	0.993	1.627	0.002	0.002	0.950	Shield
110.0	0.993	1.512	0.001	0.001	1.042	Shield
112.5	0.993	1.531	0.001	0.001	0.873	Shield
115.0	0.993	1.653	0.001	0.001	0.997	Shield
117.5	0.993	1.844	0.001	0.001	1.122	Shield
120.0	0.993	1.838	0.000	0.000	1.272	Shield

Cor.=Correction

Table 5.3-1 Comparison of reaction rate ratio in the core center of BFS-62-1

	Cell calculation with Critical buckling	Core calculation	Experiment 1 (Small fission chamber)	Experiment 2 (Segment fission chamber)
F49/F25 (C/E)	0.955 (1.012 ~1.013)	0.954 (1.011 ~1.012)	0.943 (±0.021)	0.944 (±0.016)
F28/F25 (C/E)	0.0228 (1.024 ~1.048)	0.0225 (1.010 ~1.033)	0.0218 (±0.018)	0.0223 (±0.013)

C values were obtained by cell and core calculations

E values were measured using two-types of fission chambers

Table 5.3-2 Summary of the calculation of the cell averaging factor

	F49	F25	F28
LEZ	0.9990	0.9874	1.0316
MEZ	0.9999	0.9843	0.9839
HEZ	0.9992	0.9979	0.9940
Radial blanket	0.9954	1.0037	0.9986
Axial blanket	0.9970	0.9956	1.0009

Table 5.3-3 Correction factors for the reaction rate ratio in the core center of BFS-62-1

	Transport	Anisotropy
F49/F25	1.0000	1.0000
F28/F25	0.9999	0.9994

Table 5.4-1 Result of the control rod worth for BFS-62-1

	Center
Transport*	66.67
Anisotropy correction	1.003
Transport correction	(1.013)
Corrected C*	66.84
Experiment*	71.49
C/E	0.935

Effective delayed neutron fraction

7.16E-03

\*: Cents

Table 5.5-1 Results of analysis of the Na void reactivity in the center of BFS-62-1

	Non-Leak	Leakage	Total
Reference*	0.141	-0.223	-0.083
Anisotropy correction	0.994	0.953	0.903
Corrected C*	0.140	-0.213	-0.073
Experiment*	-	-	-0.169
C/E value	-	-	0.432

\* Unit: Cents

Beta-effective= 7.16E-03

Experimental uncertainty= 6.5 %

Table 5.5-2 Correction factors for the Na void reactivity in the center of BFS-62-1

	Non-Leak	Leakage	Total
Transport and mesh effect	0.960	0.830	0.674
Anisotropy correction	0.994	0.953	0.903
Vacancy treatment effect	1.003	1.006	1.011

Table 5.6-1 Comparison of analytical results with experimental and cross-section-induced errors

	Descrepancy of C/E from 1.0 [%]	Experimental error [%]	Cross-section- induced error [%]	Sum of error [%]	CHI-square
Criticality	-0.58	-	1.82	1.82	0.1
F49(MEZ)/(LEZ-Center)	+19.70	2.48	0.77	2.59	57.8
F49(HEZ)/(LEZ-Center)	+13.70	2.48	0.92	2.64	26.9
F49(RDB)/(LEZ-Center)	+13.30	3.91	3.22	5.07	6.9
F25(MEZ)/(LEZ-Center)	+13.20	2.48	0.79	2.60	25.8
F25(HEZ)/(LEZ-Center)	+9.00	2.48	0.95	2.65	11.5
F25(RDB)/(LEZ-Center)	+10.40	3.91	3.32	5.13	4.1
F28(MEZ)/(LEZ-Center)	+16.10	3.54	0.86	3.64	19.6
F28(HEZ)/(LEZ-Center)	+9.20	3.54	1.11	3.71	6.2
F28(RDB)/(LEZ-Center)	+15.50	6.50	12.79	14.35	1.2
F49(LEZ-Top)/(LEZ-Center)	-0.10	2.48	0.74	2.58	0.0
F49(UAB)/(LEZ-Center)	-7.40	3.91	2.24	4.51	2.7
F49(UAS)/(LEZ-Center)	+3.90	3.91	4.40	5.89	0.4
F25(LEZ-Top)/(LEZ-Center)	-0.60	2.48	0.81	2.60	0.1
F25(UAB)/(LEZ-Center)	-3.60	3.91	2.40	4.59	0.6
F25(UAS)/(LEZ-Center)	+17.90	3.91	4.27	5.79	9.6
F28(LEZ-Top)/(LEZ-Center)	+1.20	3.54	0.65	3.60	0.1
F28(UAB)/(LEZ-Center)	-11.70	6.50	5.94	8.81	1.8
F28(UAS)/(LEZ-Center)	-6.20	6.50	9.85	11.80	0.3
F49/F25(LEZ-Center)	+1.20	2.12	2.75	3.47	0.1
F28/F25(LEZ-Center)	+3.20	1.84	5.34	5.65	0.3
CR(Center)	-6.50	-	4.26	4.26	2.3

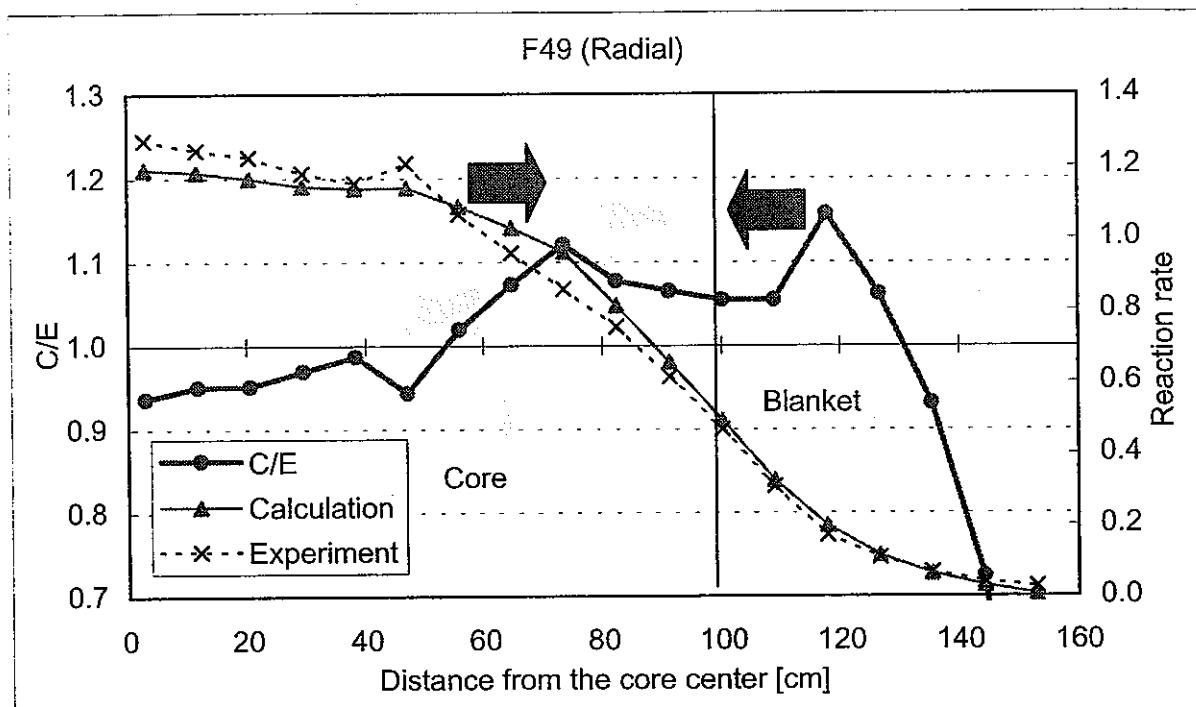


Fig.5.2-1 Results of analysis of the F49 reaction rate distribution in the radial direction

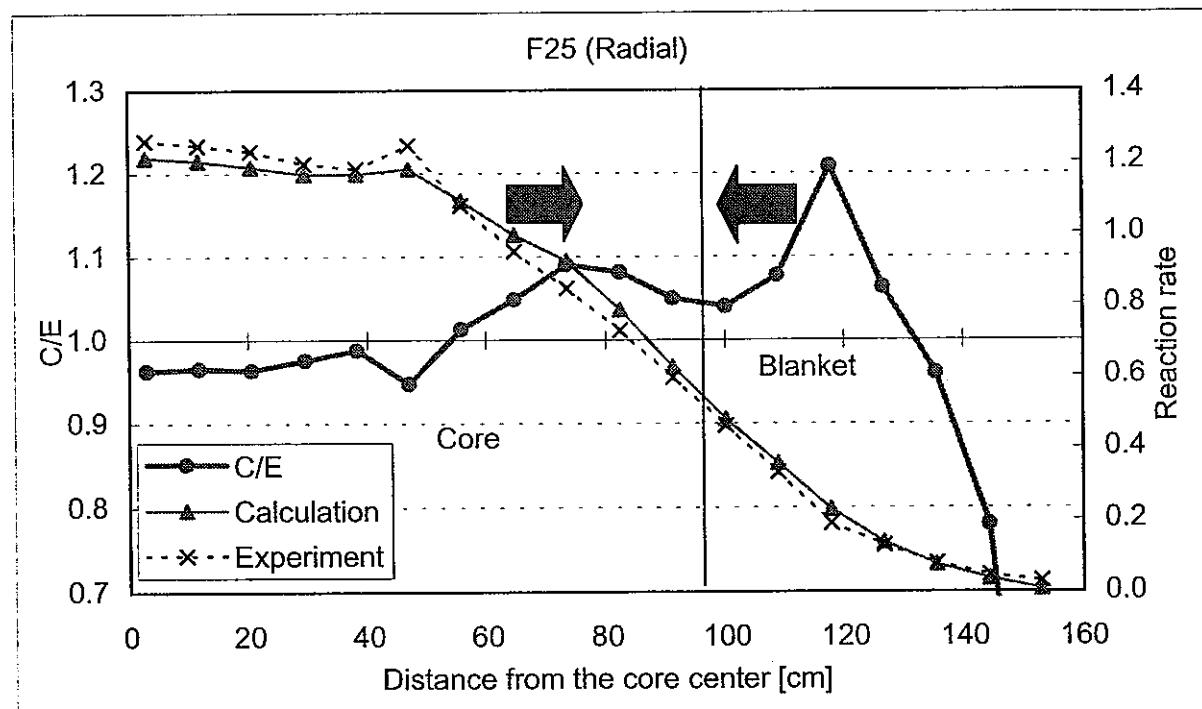


Fig.5.2-2 Results of analysis of the F25 reaction rate distribution in the radial direction

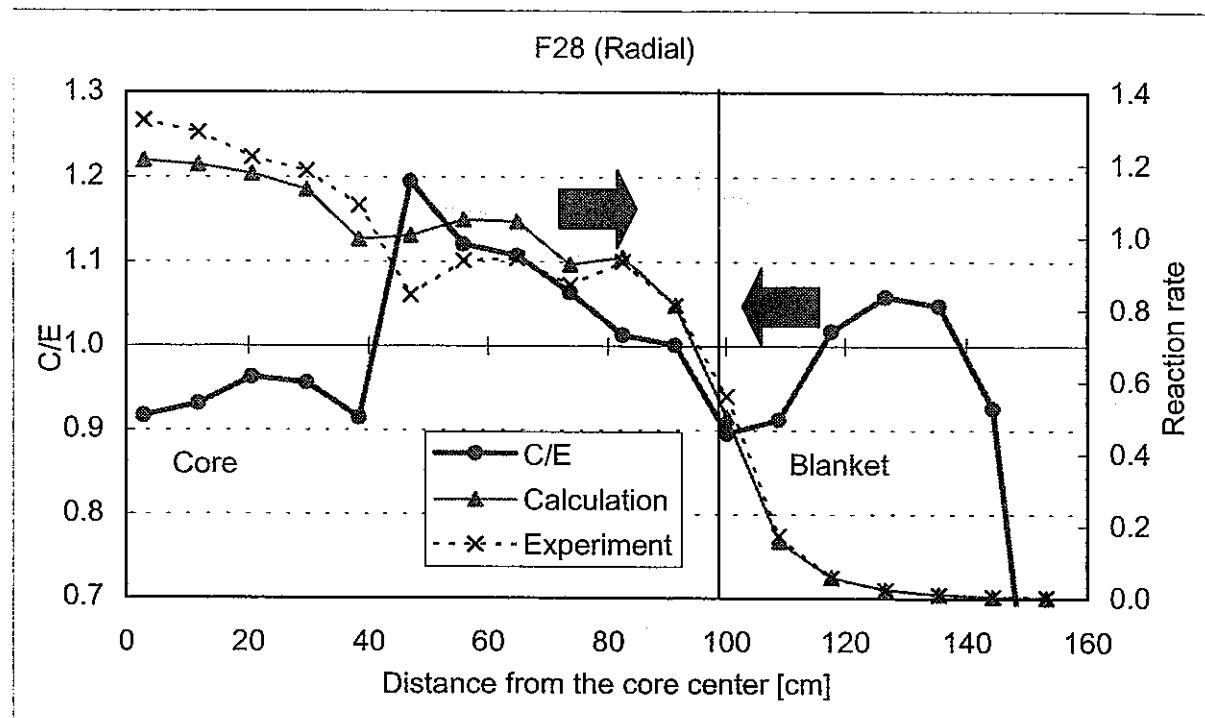


Fig.5.2-3 Results of analysis of the F28 reaction rate distribution in the radial direction

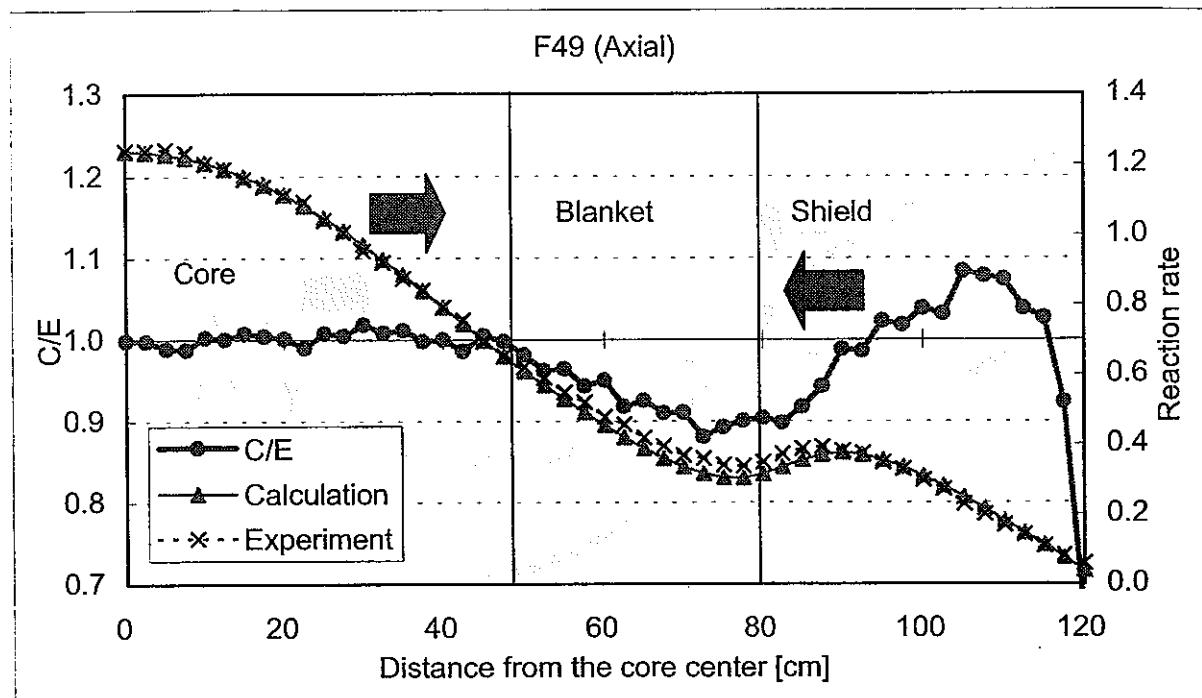


Fig.5.2-4 Results of analysis of the F49 reaction rate distribution in the axial direction

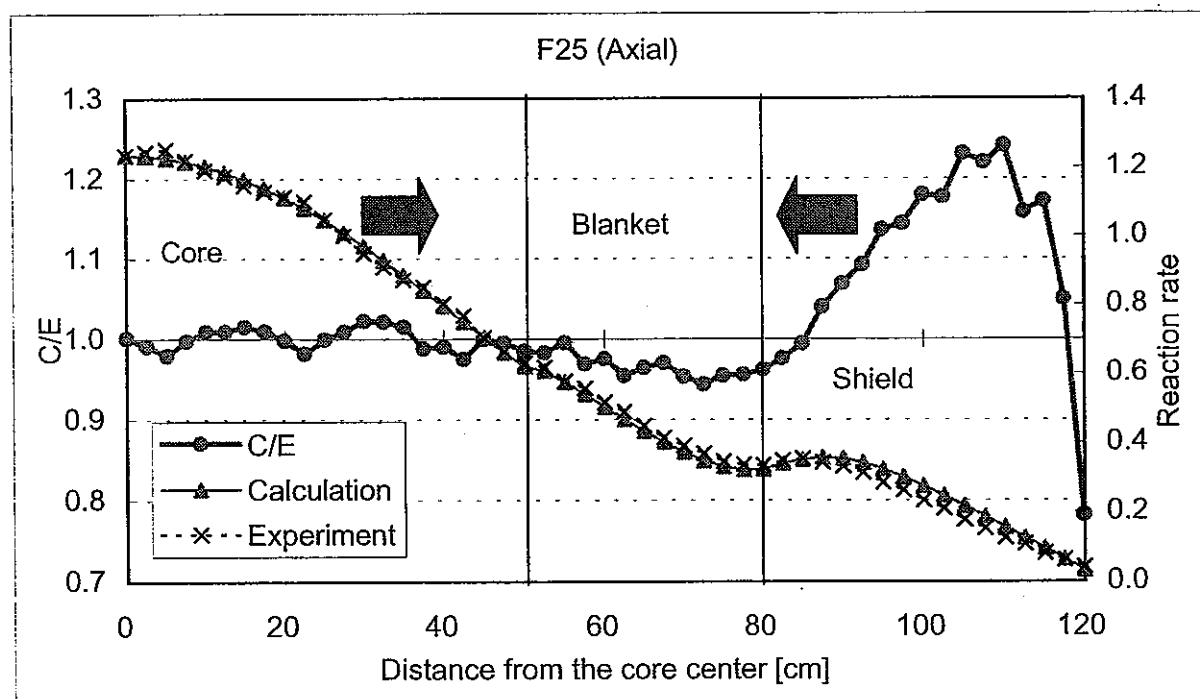


Fig.5.2-5 Results of analysis of the F25 reaction rate distribution in the axial direction

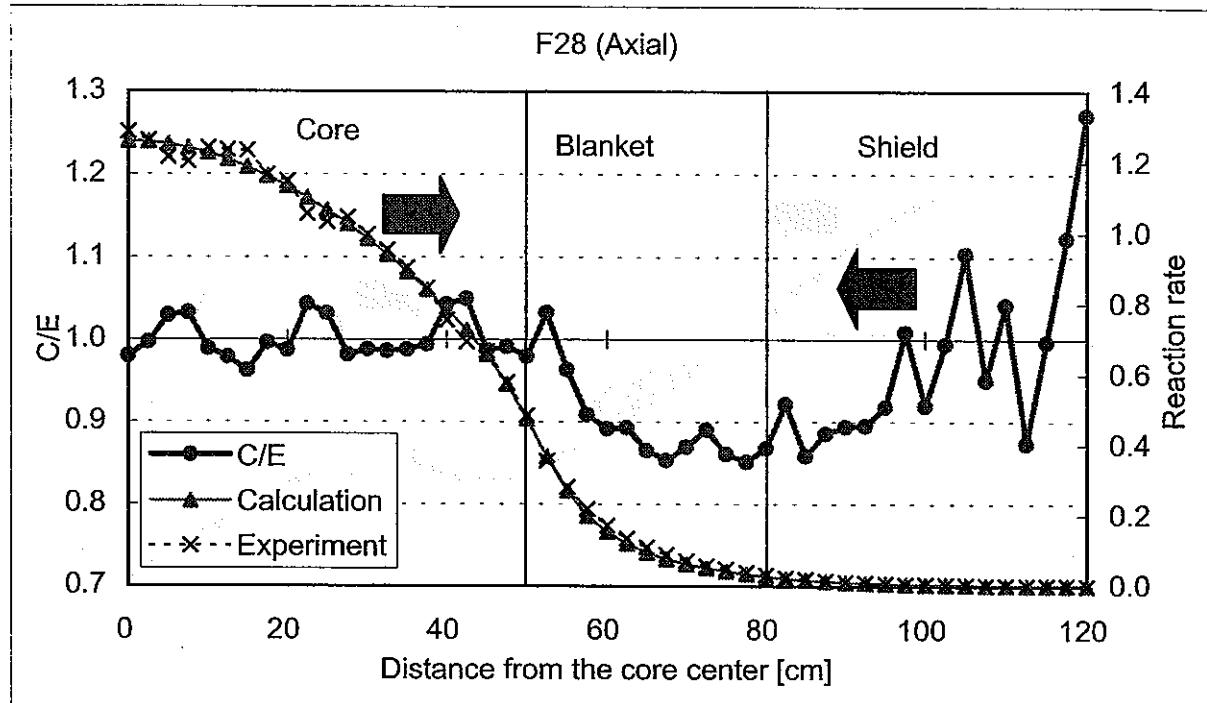


Fig.5.2-6 Results of analysis of the F28 reaction rate distribution in the axial direction

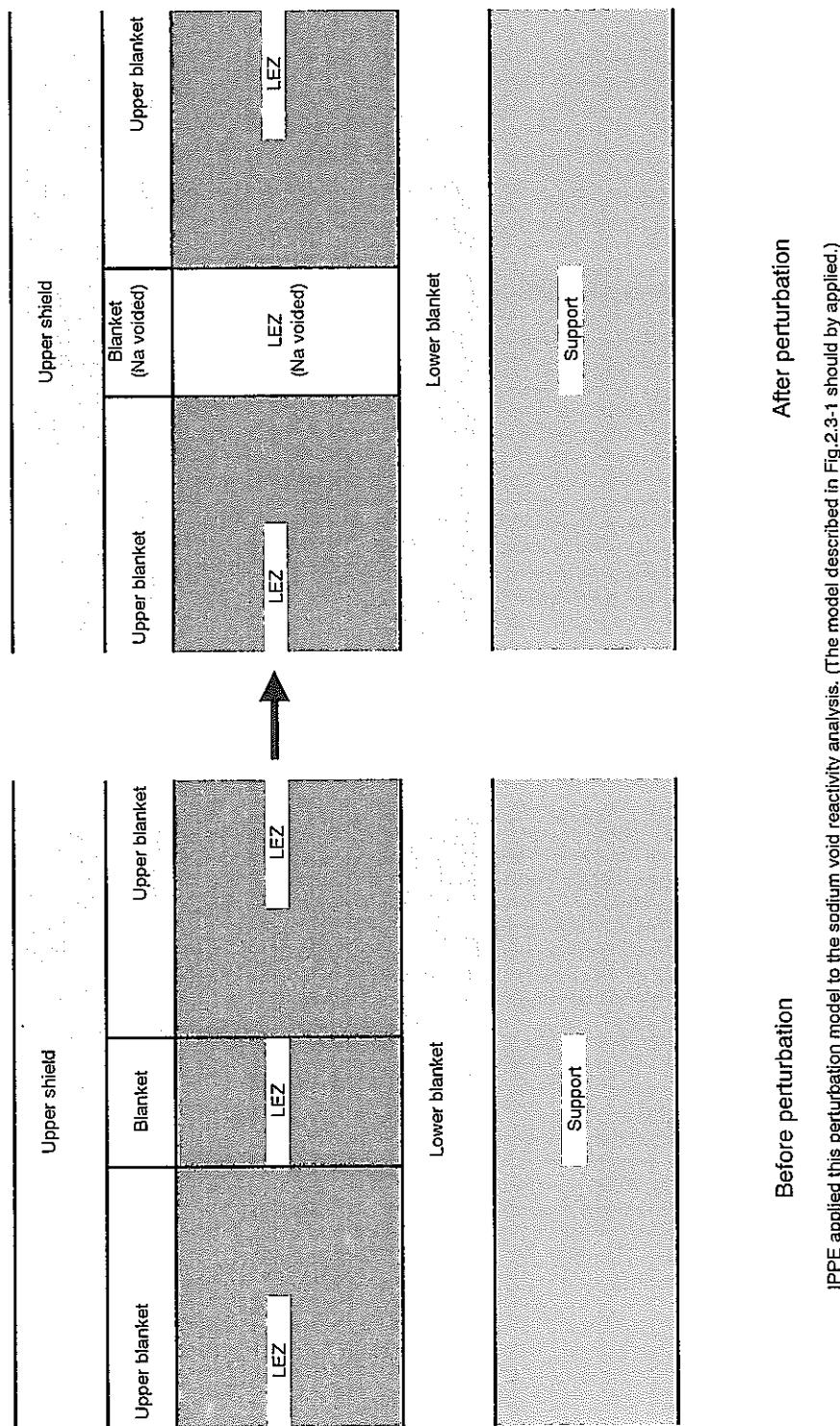


Fig.5.5-1 Ideal measurement of the Na void reactivity in the BFS-62-1 assembly

## **第6章 3次元体系解析による解析結果の改善**

## 第6章 3次元体系計算による解析結果の改善

これまでには、2次元 RZ 体系計算に基づく議論であったが、ここでは 3次元炉心計算の適用による解析結果改善の可能性について検討した結果を示す。

### 6.1 3次元解析データの作成

3次元炉心体系データは炉心 Grにおいて整備が行われているデータベース PROMILLE から引き出したものである。PROMILLE からのデータを Technical report の記述と比較したところ、HEZ 領域の Brig 燃料の体数が異なる (Technical report: 149, PROMILLE: 108) 等、公式に受け取ったデータと異なる点を留意すべきである。また、反応率分布が測定された実際の体系は、臨界性の時と若干異なっており、燃料体数に関する記述は Technical report に示されているが、詳細な体系変化については、現在、IPPE に問い合わせ中である。HEZ の Brig 燃料の装荷位置について回答が得られているが、一部 HEZ 燃料ではなく径プランケット領域に相当するところが示されているなど、データ間の不整合が見られ、正確な情報入手は難航している。

臨界性の解析では、PROMILLE のデータをそのまま用いている。他方、反応率分布が測定された体系に関しては、Technical report によると、臨界性測定体系に対して炉中心の制御棒フォロワー領域を LEZ 領域に置換したことと、HEZ 燃料の体数を減少させたことが記述されているが、ここでの解析では、HEZ 燃料と径プランケットの配置の具体的な変更箇所が特定できないため、前者のみを考慮している。

### 6.2 3次元体系計算による解析結果の改善

3次元炉心計算は、合理的な計算時間内で行うために、18群構造の拡散計算により行うこととした。70群から18群への断面積縮約のための中性子スペクトルは2次元RZ制御棒非挿入体系計算により求めたが、挿入された制御棒領域については、炉中心制御棒全挿入状態における当該領域のものとした。

まず、臨界性に対する影響を Table 6.1-1 上段に示す。固有値の差はほとんど見られず、また、70群から18群への群縮約効果もわずかである。なお、計算の詳細は Table B.4-1 の制御棒引抜体系 (CR-out) における固有値の結果として示されているとおりである。

次に、領域別に見た F49 径方向反応率分布の結果を Fig. 6.1-1 に示す。同じ3次元解析でも、Key 領域と他の領域とで約 10% と大きな差の見られることが分かる。また、Key 領域を体積荷重混合により取り扱っている2次元R-Z体系と3次元Hex-Z体系解析間で最大10%の差が見られ、3次元解析の適用により、従来見られた正の径方向依存性が低減できる見通しが得られた。更に、この結果は、感度解析において得られている径方向反応率分布に対する水素の感度 0.05~0.07 (水素が100%なくなると反応率分布の勾配は5~7%減少する) とも整合がとれるものと考えられる。その他、3次元解析では炉中心以外の制御棒フォロワの正確な取り扱いが可能であるため、測定点毎の反応率を比べた場合、更なる精度向上が見込まれる。

反応率比に対する効果を Table 6.1-2 に示す。3次元解析を用いたことによる効果、群縮約効果ともわずかであり、無視しても特に支障はない。

制御棒価値の比較をTable 6.1-1下段に示す。3次元計算の適用により6%の上昇が見られるが、直接の原因は不明である。ただし、2次元計算と3次元計算では、制御棒の径方向表面積が大きく異なっており、3次元体系（接し合う4つの正六角形の外周）は2次元体系（4つの正六角形と等面積を持つ円）に対し約60%大きいので、計算結果が更に大きくなる不思議ではない（下図参照）。C/E値としては、この補正によりほぼ1.0となるので好ましい結果である。更に、制御棒非挿入、挿入体系におけるメッシュ補正是異なる可能性があり、今後、評価を行う必要があると考えられる。群縮約補正については1.5%とわずかであり、18群計算でも十分な精度を有することが確認された。

### 6.3 まとめ

第5章において、解析手法の観点からの反応率分布の解析結果の改善が必要である旨述べたが、本章で示したように、3次元炉心解析を行うことにより径方向の反応率分布が大いに改善される見込みのあることが分かった。また、2次元RZ解析では問題のなかつた臨界性と炉中心制御棒価値については、2次元と3次元解析との間で大きな差は見られなかった。従って、現状の高速炉用解析システムを用いてもBFS-62-1の主要核特性解析を精度良く行うことができると言える。

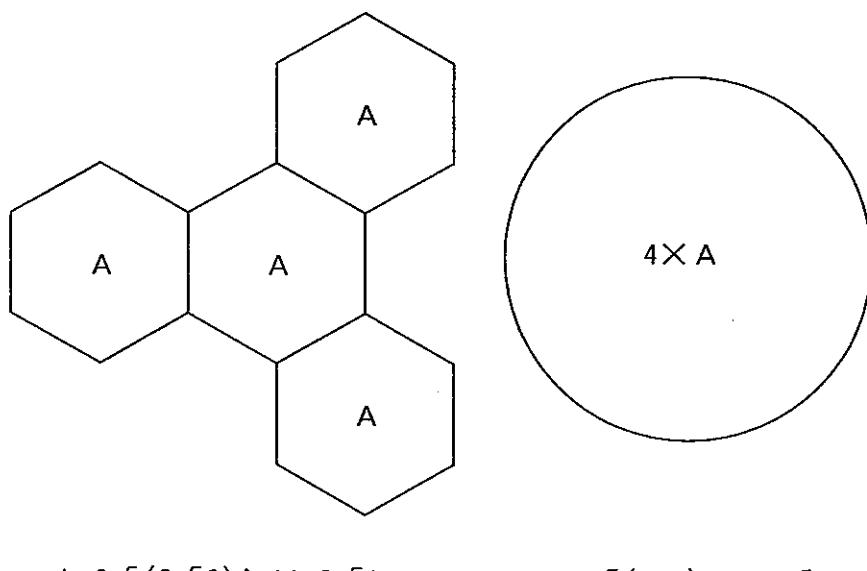


図 同面積を有する2つの図形の外周長さの比較

Table 6.1-1 Effect of the geometrical model and collapsing to the criticality and the control rod worth

	Geometry	Collapsing
Criticality*	-0.00000	+0.00007
Control rod worth**	1.062	1.015

\*: in Delta-k

\*\*: Ratio between two values

Geometry effect (Geometrical model effect):

Absolute or relative difference of the 3D calculation to the 2D calculation

Collapsing effect:

Absolute or relative difference of the 70G calculation to the 18G calculation

Table 6.1-2 Effect of the geometrical model and collapsing to the reaction rate ratio

Index	Geometry	Collapsing
F49/F25	1.001	0.999
F28/F25	1.007	0.999

Geometry effect (Geometrical model effect):

Relative difference of the 3D calculation to the 2D calculation

Collapsing effect:

Relative difference of the 70G calculation to the 18G calculation

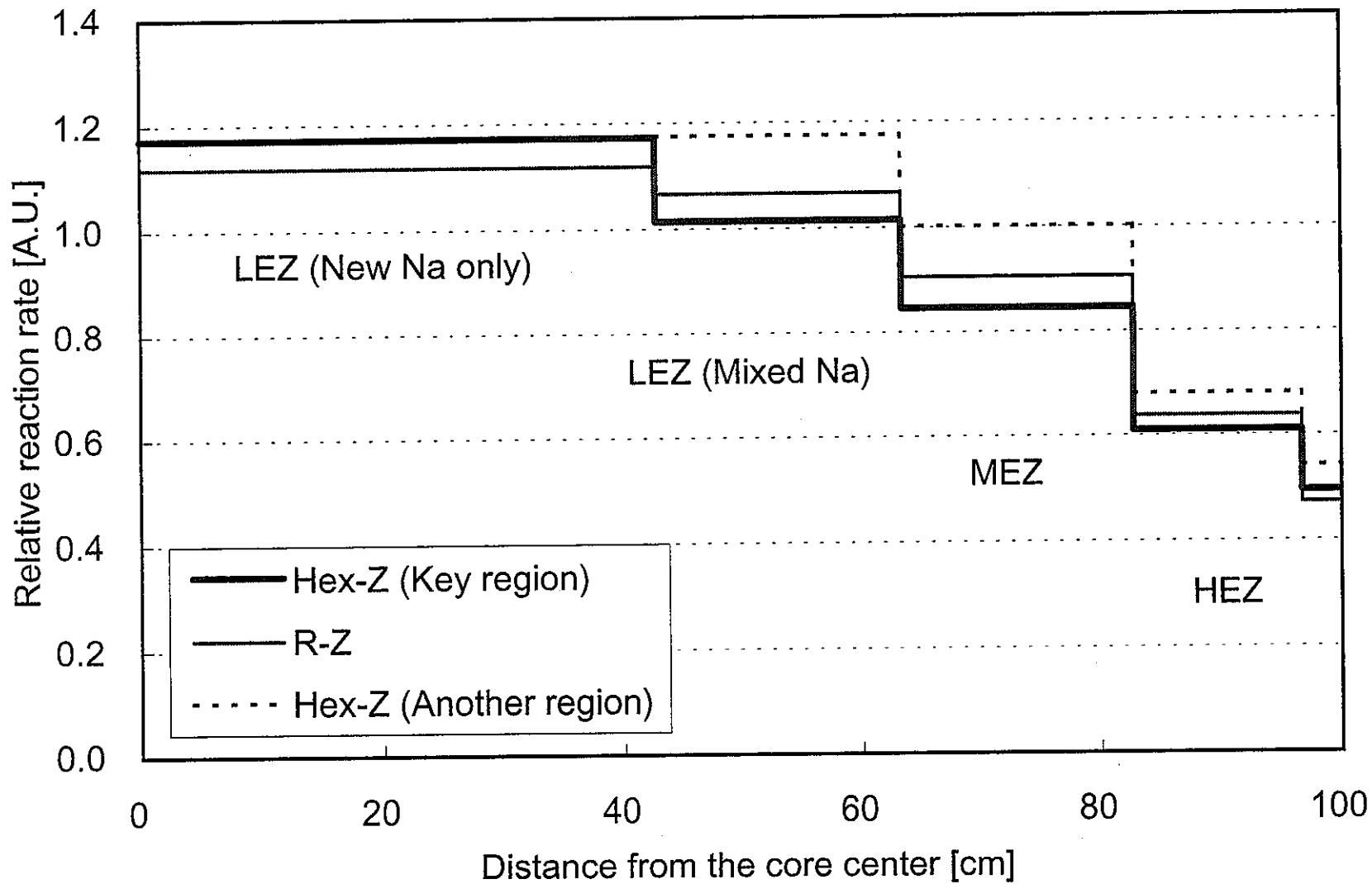


Fig.6.1-1 Comparison of the region-wise F49 reaction rate distribution in the radial direction

## **第7章 炉定数調整計算による整合性評価**

## 第7章 炉定数調整計算による整合性評価

本章では、高速炉用 70 群定数セット JFS-3-J3.2 に基づいて解析した JUPITER 臨界実験炉心 82 核特性に、BFS-62-1 炉心の臨界性、反応率比、反応率分布及び制御棒価値を加えた計 104 核特性を考慮した炉定数調整計算を ABLE<sup>(17)</sup> コードにて実施し、JUPITER 実験解析結果との整合性及び BFS 実験解析データの適用性を評価した結果を示す。

### 7.1 炉定数調整計算に用いた条件

炉定数調整計算の対象とした BFS-62-1 炉心の核特性を以下に示す。

- ・ 臨界性
- ・ 反応率分布 (F49、F25、F28)
  - 径方向：MEZ 領域中央、HEZ 領域中央、径ブランケット領域中央
  - 軸方向：LEZ 領域中央、軸ブランケット領域中央、遮蔽体領域中央  
(反応率分布の計算位置は Table5.2-1～Table5.2-6 のセルを塗りつぶした箇所であり、それぞれ LEZ 領域中心の値に対する比を算出した。)
- ・ 反応率比 (F49/F25、F28/F25)
  - 炉中心
- ・ 制御棒価値
  - 炉中心

JUPITER 炉心の核特性は JENDL-3.2 で評価した代表的な 82 核特性の実験解析結果を用いた（以下、「JUPITER82 核特性」と記す）。Table7.1 に本解析に用いた JUPITER 炉心、BFS-62-1 炉心の核特性一覧を示す。解析の便宜上、それらの核特性に対する略称を使用した為、Table 7.2 にその略称を示した。Table 7.3 に BFS-62-1 炉心の各核特性に対する C/E 値、実験誤差及び解析誤差を示す。

臨界性、反応率比及び制御棒価値の C/E 値は 3 次元相当の値であるが、反応率分布については 3 次元相当の C/E 値を算出するには多大なる労力を要するので、2 次元相当の C/E 値とした。また実験誤差は基本的に IPPE 実験レポートに基づいているが、臨界性及び制御棒価値については JUPITER 炉心の情報を用い

た。解析誤差については、暫定値として全て JUPITER 炉心と同様にした。なお JUPITER 炉心と BFS-62-1 炉心間、BFS-62-1 炉心での核特性間の相関（係数）は全てないものとした。

## 7.2 炉定数調整結果及びその検討

### 7.2.1 104 核特性による調整計算

解析対象とした BFS-62-1 炉心の全核特性を JUPITER82 核特性に加えた計 104 核特性（以下、「104 核特性」と記す。）での調整計算結果について述べる。Fig.7.1-1～Fig.7.1-10 及び Table7.4 に核特性毎の調整前後 C/E 値を、Fig.7.2 に断面積調整量を、Table7.5-1～Table7.5-22 に調整計算による BFS-62-1 炉心の臨界性、反応率比、反応率分布及び制御棒価値の核種・反応別寄与を示す。また調整後 C/E 値、断面積調整量については JUPITER 82 核特性の結果も併せて示す。

#### ○調整後 C/E 値の比較

JUPITER 82 核特性に BFS-62-1 炉心の臨界性、反応率比、反応率分布及び制御棒価値の情報を加えることにより以下のことを確認した。

Fig.7.1-1 より臨界性の調整後 C/E 値は BFS-62-1 炉心を追加することにより JUPITER82 核特性の結果と比べ JUPITER 炉心では 0.1%～0.3% 悪化するが、BFS-62-1 炉心の C/E 値は 0.4% の改善が見られる。

Fig.7.1-2 より Na ボイド反応度については BFS-62-1 炉心を追加することで ZPPR-17A 炉心の C/E 値が改善し、ボイドパターン依存性の低減が見られる。

Fig.7.1-3 より制御棒価値については ZPPR-9,-10A,-10C 炉心については変化が見られないが、ZPPR-17A,19B 炉心については BFS-62-1 炉心の追加により若干ではあるが C/E 値の悪化が見られた。特に ZPPR-19B 炉心については JUPITER82 核特性の結果で解消されていた C/E 値の径方向依存性が若干見られる。

Fig.7.1-4～Fig.7.1-7 より反応率分布については BFS-62-1 炉心を追加しても JUPITER82 核特性での結果と比べあまり変化が見られない。また BFS-62-1 炉心については調整しても C/E 値の 1.0 からのズレが依然として大きい。

Fig.7.1-8～Fig.7.1.10 より反応率比については BFS-62-1 炉心を追加すること

で改善が見られる。C28/F49 では ZPPR-17A 炉心の内部ブランケットにおける過小評価が改善され、F25/F49 及び F28/F49 についても BFS-62-1 炉心を加えることにより C/E 値の改善が見られる。

### ○断面積変化量

Fig.7.2 に示すように、BFS-62-1 炉心を追加することで以下に示す核種・反応の断面積変化量が JUPITER82 核特性と比べ、絶対値で大きく見られた。特に  $\mu$  に対する断面積変化量が顕著である。

酸素  $\mu$ 、Ni  $\mu$

Fe  $\mu$ 、弹性散乱断面積

Na  $\mu$ 、弹性散乱断面積、非弹性散乱断面積

U235 中性子捕獲反応、核分裂反応

U238  $\mu$ 、中性子捕獲反応、核分裂反応、弹性散乱断面積、非弹性散乱断面積

Pu239  $\chi$ 、中性子捕獲反応、核分裂反応

### ○寄与割合

炉定数調整により C/E 値の改善が見られたが、ここでは BFS-62-1 炉心の各核特性の調整後 C/E 値に影響を及ぼす核種・反応の寄与について示す。

Table7.5-1 に示すように臨界性は調整計算により C/E 値が 0.4% 改善した。この改善は U235 核分裂反応による。

Table7.5-2～Table7.5-10 より径方向反応率分布については、MEZ 領域、HEZ 領域で 1.4%～2.3% の改善が見られるのに対し、径ブランケット領域での改善効果は 0.4%～0.8% であり、C/E 値の改善割合が小さい。これは MEZ 領域、HEZ 領域の各核種・反応が負の寄与（C/E 値を改善する方向）を占めているのに対し、径ブランケット領域では酸素及び U238 の  $\mu$  が正の大きな寄与（C/E 値を悪化する方向）を占め、他の核種の負の寄与との相殺により C/E 値の改善の度合いが小さくなったといえる。また Table7.5-11～Table7.5-19 に示すように軸方向反応率分布は、径方向反応率分布と比べ調整前でも C/E 値が良く、調整することによりさらに改善が見られる。LEZ 領域における C/E 値の改善

は小さく、核種・反応別の寄与を見ても小さい。一方、F49 の軸ブランケット領域、F25、F28 の軸ブランケット領域及び遮蔽体領域は C/E 値の更なる改善が見られる。これは酸素及び U238 の  $\mu$ 、Pu239 及び U235 核分裂反応、Na 非弾性散乱断面積による影響が大きいためである。

Table7.5-20～Table7.5-21 に示す反応率比については、F49/F25 は 0.7% の悪化、F28/F25 は 2.4% の改善が見られた。F49/F25 は C/E 値を改善しようとする U235 核分裂反応の負の寄与にも増して C/E 値を悪化しようとする Pu239 核分裂反応の正の寄与が大きいため、調整後 C/E 値の悪化が見られたといえる。また F28/F25 については U235 核分裂反応及び U238 核分裂反応を始めとして、U238 非弾性散乱断面積及び U235 核分裂スペクトル ( $\chi$ ) の負の寄与により C/E 値が改善したといえる。

Table7.5-22 に示す制御棒価値については、調整後の C/E 値は調整前と比べ 0.42% 程度増加した。しかし核種・反応別に見ると酸素及び U238  $\mu$ 、U238 遅発中性子束割合による正の寄与と U235 核分裂反応による負の寄与との差し引きにより調整前後 C/E 値に顕著な変化は見られないといえる。

## ○まとめ

104 核特性の調整計算により以下のことを確認した。

- ・ BFS-62-1 炉心の径方向反応率分布の C/E 値は調整前で 10%～20% の過大評価であり、炉定数調整計算を施しても改善が見られない。
- ・ BFS-62-1 炉心を加えることにより各核種の  $\mu$  の断面積変化量が大幅に増加する。
- ・ 炉定数調整計算による臨界性、反応率分布、制御棒価値の寄与は酸素及び U238 の  $\mu$  による影響が大きい。

### 7.2.2 86 核特性による調整計算

2 次元 RZ 体系による BFS-62-1 炉心の反応率分布の C/E 値は 9%～20% の過大評価と悪く、3 次元解析により改善の見通しが得られている。また、 $\mu$  が反応率分布特性に大きな感度を有することより、反応率分布を調整対象核特性から省いた検討を別途実施した。以下、臨界性、反応率比及び制御棒価値と JUPITER

炉心 82 核特性からなる計 86 核特性（以下、「86 核特性」と記す。）にて調整計算を行った結果について示す。検討項目としては調整後 C/E 値、断面積調整量及び BFS-62-1 炉心の各核特性における核種・反応別の寄与割合である。

Fig.7.3-1～Fig.7.3-10 及び Table7.6 に核特性毎の調整前後 C/E 値を、Fig.7.4 に断面積調整量を、Table7.7-1～Table7.7-4 に炉定数調整による BFS-62-1 炉心の臨界性、反応率比及び制御棒価値の寄与割合を示す。また調整前後 C/E 値、断面積調整量については JUPITER82 核特性、104 核特性での結果も併せて記す。

### ○調整後 C/E 値の比較

JUPITER82 核特性に BFS-62-1 炉心の臨界性、反応率比及び制御棒価値の情報を加えることにより得られた C/E 値について以下のことを確認した。

Fig.7.3-1 より臨界性については 104 核特性での結果と比べ、際だった変化が見られない。また、JUPITER 炉心に関しては JUPITER82 核特性による結果と比べても 0.1%～0.2%程度悪化し、0.2%の過大評価となっている。

Fig.7.3-2、Fig.7.3-4～Fig.7.3-7 より Na ポイド反応度及び反応率分布については JUPITER82 核特性と同様な傾向を示した。

Fig.7.3-3 より制御棒価値については ZPPR-9,-10A,-10C,-17A 炉心については JUPITER82 核特性による結果とほぼ同じである。しかし ZPPR-19B 炉心については 104 核特性で見られた径方向依存性は若干解消されたものの、JUPITER82 核特性での結果には至っていない。

Fig.7.3-8～Fig.7.3-10 より反応率比については、JUPITER-I の C28/F49 は 104 核特性と同様な傾向を示しており、JUPITER82 核特性と比べ 1.0 からのズレは、わずかではあるが解消されている。また JUPITER-III については反応率分布を省いたことにより JUPITER82 核特性と同様な傾向となった。一方、F25/F49 については JUPITER82 核特性、104 核特性での結果と比べ改善した。

### ○断面積変化量

BFS-62-1 炉心の反応率分布を調整に用いなかったことにより、断面積変化量は JUPITER82 核特性と同様な傾向を示した。しかし U235 核分裂スペクトルについては JUPITER82 核特性の傾向と異なる。これは JUPITER82 核特性には、この情報がほとんどないためである。

### ○寄与割合

BFS-62-1 炉心の臨界性、反応率比及び制御棒価値の調整後 C/E 値に影響を及ぼす核種・反応の寄与は以下の通りである。

Table7.7-1 より臨界性の調整後 C/E 値は 0.37% 改善した。これは 104 核特性と同程度(0.38%)の改善である。また核種毎の寄与は 104 核特性の時よりも小さく、特に 1.0% 近く見られた U235 核分裂反応の寄与は 86 核特性では 0.3% と小さい。

Table7.7-2～Table7.7-3 より F49/F25 反応率比の C/E 値は 0.75% の悪化、F28/F25 は 1.1% の改善が見られた。F49/F25 については 104 核特性と同程度(0.7%)の改善であるが、U235 核分裂反応及び Pu239 核分裂反応の各々の寄与は絶対値で小さく見られた。また F28/F25 については、104 核特性では U238 非弾性散乱断面積による寄与が-0.65% と C/E 値を改善する方へ働いたのに対し、86 核特性では +1.34% と C/E 値を悪化する方に働いた。これらの違いは U238 非弾性散乱断面積の断面積変化量の違いによる。核種・反応毎の寄与は断面積変化量と対象とする核特性の感度係数の積で表されるが、Fig.7.4 に示すように断面積変化量が高エネルギー領域で異なってくる。またその領域の感度係数も負に大きいため U238 非弾性散乱断面積の寄与に差が見られたといえる。

Table7.7-4 より制御棒価値については 104 核特性と比べ C/E 値の 1.0 からのズレが大きい。また Table7.5-22 に示すように、104 核特性で顕著に見られた酸素及び U238 の  $\mu$ 、U235 核分裂反応の寄与は 86 核特性では小さく、また U238 中性子捕獲反応の寄与が正へ大きく見られた。これは断面積変化量の違いによる。

### ○まとめ

86 核特性の調整計算により、以下のことを確認した。

- ・ 臨界性については反応率分布を加えた 104 核特性の結果とあまり変わりがないが、他核特性については JUPITER82 核特性からなる計算結果と同程度の結果が得られ、JUPITER 臨界実験との整合性が見られる。
- ・ F25/F49 反応率比の C/E 値は JUPITER82 核特性及び 104 核特性と比べ改善が見られる。
- ・ 断面積変化量は JUPITER82 核特性と同様な傾向を示しているが、U235 核分裂スペクトルについては調整が見られるようになった。

### 7.3 臨界性調整結果の比較

JUPITER82 核特性に BFS-62-1 炉心を加えた 104 核特性、86 核特性における臨界性の調整結果を比較するため、ここでは ZPPR-9 炉心の臨界性を取り上げ、計算ケースの違いによる核種・反応寄与の比較を行った。Fig.7.5 にその結果を示す。これより三ケースとも Pu239 核分裂反応が正の寄与として大きく、Pu239 中性子捕獲反応が負の寄与として大きい。また 104 核特性では Pu239 核分裂反応が他二ケースと比べ非常に正に大きい寄与(+1.52%)が見られる一方、U238 中性子捕獲反応の寄与(+0.03%)は絶対値で小さい。また 86 核特性の結果は Pu239 以外、JUPITER82 核特性と同様な傾向を示している。BFS-62-1 炉心には Pu239 が含まれていないため、BFS-62-1 炉心を加えたことによる Pu239 の寄与の増加は JUPITER 炉心の調整後 C/E 値のバランスをとるため生じたものである。また Pu239 の感度が大きい JUPITER 炉心の臨界性、制御棒価値、Na ポイド反応度などについては寄与の増加が考えられる。

なお ZPPR-9 炉心臨界性の核データの不確かさに起因する誤差 GMG は 1.59% である。なお、Fig.7.5 に示した核種・反応の寄与は全てこの範囲内に収まっている、調整量が 0.6~0.8% に及ぶことは妥当である。

### 7.4 まとめ

炉定数調整計算結果より確認したことを以下にまとめる。

- ・2 次元 RZ 体系計算に基づく反応度分布は、調整前において C/E 値の 1.0 からのズレが大きく、調整計算を施しても改善が見られない。特に  $\mu$  に対する寄与は大きく、また  $\mu$  に対する断面積調整量についても JUPITER 82 核特性の結果と大きく異なることから、JUPITER 炉心との整合性は見られない。一方、反応率分布を抜いた 86 核特性での結果は JUPITER 炉心との整合性が良く見られる。なお反応率分布は、3 次元解析により C/E 値の改善が見込まれているため、3 次元解析結果を用いた炉定数調整計算を行う必要がある。
- ・U235 の情報が少ない JUPITER 炉心に、U235 が主要な感度を有する BFS-62-1 炉心を加えることにより、濃縮ウランセクタ領域を有する ZPPR-19B 炉心の制御棒価値、また F25/F49 反応率比の C/E 値及び U-235 核分裂スペクトル

の断面積調整量への影響が大きい。

- ・調整後の JUPITER 炉心の臨界性は 0.1%~0.2% の過大評価となっており、調整前と比べ 0.7%~0.8% C/E 値が向上した。これは Pu-239 核分裂反応及び中性子捕獲反応の寄与に起因するものであるが、これらの核種・反応は核データの不確かさに起因する誤差 GMG の範囲内であり、今回の炉定数調整計算結果は妥当なものである。

Table7.1 炉定数調整計算対象核特性一覧 (1/2)

炉心名	核特性	炉心名	核特性
1 ZPPR-09	KEFF	31 ZPPR-10B	F28/F49(ICC,CC)
2 ZPPR-09	F28/F49(ICC,CC)	32 ZPPR-10B	F25/F49(ICC,CC)
3 ZPPR-09	F25/F49(ICC,CC)	33 ZPPR-10B	C28/F49(ICC,CC)
4 ZPPR-09	C28/F49(ICC,CC)	34 ZPPR-10B	F49(ICE,CC)/F49(ICC,CC)
5 ZPPR-09	F41/F25(ICM',CC)	35 ZPPR-10B	F49(OCM,CC)/F49(ICC,CC)
6 ZPPR-09	F49(ICE,CC)/F49(ICC,CC)	36 ZPPR-10C	KEFF
7 ZPPR-09	F49(OCM,CC)/F49(ICC,CC)	37 ZPPR-10C	F28/F49(R=CC)
8 ZPPR-09	F28(ICE,CC)/F28(ICC,CC)	38 ZPPR-10C	F25/F49(R=CC)
9 ZPPR-09	F28(OCM,CC)/F28(ICC,CC)	39 ZPPR-10C	C28/F49(R=CC)
10 ZPPR-09	C28(ICE,CC)/C28(ICC,CC)	40 ZPPR-10C	F49(R=ICO)/F49(R=CC)
11 ZPPR-09	C28(OCM,CC)/C28(ICC,CC)	41 ZPPR-10C	F49(R=OCC)/F49(R=CC)
12 ZPPR-09	CR (P1)	42 ZPPR-10C	CR(CC)
13 ZPPR-09	CR (P2)	43 ZPPR-10C	CR(R1)
14 ZPPR-09	CR (P3)	44 ZPPR-10C	CR(R2)
15 ZPPR-09	CR (P4)	45 ZPPR-17A	KEFF
16 ZPPR-09	CR (P5)	46 ZPPR-17A	F28/F49(ICC,ZCM)
17 ZPPR-09	CR (P6)	47 ZPPR-17A	F28/F49(IBC,ZBM)
18 ZPPR-09	NAV (97D,Z=8")	48 ZPPR-17A	F25/F49(ICC,ZCM)
19 ZPPR-09	NAV (97D,Z=20")	49 ZPPR-17A	F25/F49(IBC,ZBM)
20 ZPPR-10A	KEFF	50 ZPPR-17A	C28/F49(ICC,ZCM)
21 ZPPR-10A	F28/F49(ICC,CC)	51 ZPPR-17A	C28/F49(IBC,ZBM)
22 ZPPR-10A	F25/F49(ICC,CC)	52 ZPPR-17A	F49(ICE,ZCM)/F49(ICC,ZCM)
23 ZPPR-10A	C28/F49(ICC,CC)	53 ZPPR-17A	F49(OCM,ZCM)/F49(ICC,ZCM)
24 ZPPR-10A	F49(ICE,CC)/F49(ICC,CC)	54 ZPPR-17A	F49(RBM,ZCM)/F49(ICC,ZCM)
25 ZPPR-10A	F49(OCM,CC)/F49(ICC,CC)	55 ZPPR-17A	F49(IBC,ZBM)/F49(ICC,ZCM)
26 ZPPR-10A	F49(RBM,CC)/F49(ICC,CC)	56 ZPPR-17A	F49(IBE,ZBM)/F49(ICC,ZCM)
27 ZPPR-10A	CR(CC)	57 ZPPR-17A	F49(OCM,ZBM)/F49(ICC,ZCM)
28 ZPPR-10A	CR(R1)	58 ZPPR-17A	F49(ABM,ZBM)/F49(ICC,ZCM)
29 ZPPR-10A	CR(R2)	59 ZPPR-17A	F28(ICE,ZCM)/F28(ICC,ZCM)
30 ZPPR-10B	KEFF	60 ZPPR-17A	F28(OCM,ZCM)/F28(ICC,ZCM)

Table 7.1 炉定数調整計算対象核特性一覧 (2/2)

炉心名	核特性	炉心名	核特性
61 ZPPR-17A	F28(RBM,ZCM)/F28(ICC,ZCM)	91 BFS-62-1	F28(HEZ,CC)/F28(LEZ,CC)
62 ZPPR-17A	F28(IBC,ZBM)/F28(ICC,ZCM)	92 BFS-62-1	F28(RDB,CC)/F28(LEZ,CC)
63 ZPPR-17A	F28(IBE,ZBM)/F28(ICC,ZCM)	93 BFS-62-1	F49(LEZ,ZCE)/F49(LEZ,CC)
64 ZPPR-17A	F28(OCM,ZBM)/F28(ICC,ZCM)	94 BFS-62-1	F49(UAB,ZBM)/F49(LEZ,CC)
65 ZPPR-17A	F28(ABM,ZBM)/F28(ICC,ZCM)	95 BFS-62-1	F49(UAS,ZM)/F49(LEZ,CC)
66 ZPPR-17A	CR (CC)	96 BFS-62-1	F25(LEZ,ZCE)/F25(LEZ,CC)
67 ZPPR-17A	NAV (52D,CORE)	97 BFS-62-1	F25(UAB,ZBM)/F25(LEZ,CC)
68 ZPPR-17A	NAV (52D,IB)	98 BFS-62-1	F25(UAS,ZM)/F25(LEZ,CC)
69 ZPPR-19B	KEFF	99 BFS-62-1	F28(LEZ,ZCE)/F28(LEZ,CC)
70 ZPPR-19B	F28/F49(ICC,ZCC)	100 BFS-62-1	F28(UAB,ZBM)/F28(LEZ,CC)
71 ZPPR-19B	F25/F49(ICC,ZCC)	101 BFS-62-1	F28(UAS,ZM)/F28(LEZ,CC)
72 ZPPR-19B	C28/F49(ICC,ZCC)	102 BFS-62-1	F49/F25(LEZ,CC)
73 ZPPR-19B	F49(ICE,ZCC)/F49(ICC,ZCC)	103 BFS-62-1	F28/F25(LEZ,CC)
74 ZPPR-19B	F49(OCM,ZCC)/F49(ICC,ZCC)	104 BFS-62-1	CR(CENTER)
75 ZPPR-19B	CR(R1)		
76 ZPPR-19B	CR(R2)		
77 ZPPR-19B	CR(R3)		
78 ZPPR-13A	KEFF		
79 ZPPR-13A	F25/F49(BL1,CC)		
80 ZPPR-13A	F25/F49(FR1,CC)		
81 ZPPR-13A	C28/F49(BL1,CC)		
82 ZPPR-13A	C28/F49(FR1,CC)		
83 BFS-62-1	KEFF		
84 BFS-62-1	F49(MEZ,CC)/F49(LEZ,CC)		
85 BFS-62-1	F49(HEZ,CC)/F49(LEZ,CC)		
86 BFS-62-1	F49(RDB,CC)/F49(LEZ,CC)		
87 BFS-62-1	F25(MEZ,CC)/F25(LEZ,CC)		
88 BFS-62-1	F25(HEZ,CC)/F25(LEZ,CC)		
89 BFS-62-1	F25(RDB,CC)/F25(LEZ,CC)		
90 BFS-62-1	F28(MEZ,CC)/F28(LEZ,CC)		

Table 7.2 核特性を記述するための略称 (1/2)

○臨界性：KEFF

○反応率比・反応率分布

反応の種類

F25 : U-235 核分裂反応

F28 : U-238 核分裂反応

F49 : Pu-239 核分裂反応

C28 : U-238 中性子捕獲反応

反応率比の種類

F25/F49 : Pu-239 核分裂反応に対する U-235 核分裂反応率比

F28/F49 : Pu-239 核分裂反応に対する U-238 核分裂反応率比

C28/F49 : Pu-239 核分裂反応に対する U-238 中性子捕獲反応率比

F41/F25 : U-235 核分裂反応に対する Pu-241 核分裂反応率比

F49/F25 : U-235 核分裂反応に対する Pu-239 核分裂反応率比

F28/F25 : U-235 核分裂反応に対する U-238 核分裂反応率比

反応率解析位置（径方向）

ICC : 内側炉心中心

ICM : 内側炉心中央

ICE,R=ICO : 内側炉心外端

OCM,R=OCC : 外側炉心中央

RBM : 径プランケット中央

IBC : 内部プランケット中央

IBE : 内部プランケット外端

ABM : 軸プランケット中央

BL1 : リング 1 プランケット中央

FR1 : リング 1 燃料領域中央

LEZ : LEZ 燃料領域中央

MEZ : MEZ 燃料領域中央

HEZ : HEZ 燃料領域中央

Table 7.2 核特性を記述するための略称 (2/2)

反応率解析位置（径方向）

UAB：上部軸プランケット中央

UAS：上部遮蔽体中央

反応率解析位置（軸方向）

CC,ZCC,R=CC：炉中心

ZCM：内部プランケットと軸プランケット間の燃料領域中央

ZCE：軸方向炉心外端

ZBM：内部プランケット中央 (ZPPR 炉心)

ZBM：軸プランケット中央 (BFS-62-1 炉心)

ZCM：軸方向炉心中央

ZM：軸方向遮蔽体中央

○Na ボイド反応度(NAV)

(ボイド領域の規模)

xD : x ドロワ

Z=x" : 軸方向 x インチ

CORE : 燃料領域ボイド

IB : 内部プランケットボイド

○制御棒価値(CR)

CC,CENTER : 炉心中心

R1～R3 : リング 1～リング 3

P1～P6 : ペアロッド 1～ペアロッド 6

Table7.3 BFS-62-1炉心：C/E値、実験誤差、解析誤差設定値

	C/E値	実験誤差(%)	解析誤差(%)
臨界性	0.99416	0.040	0.310
F49径方向反応率分布	-	-	-
MEZ領域	1.197	2.475	1.00
HEZ領域	1.137	2.475	2.10
径プランケット領域	1.133	3.913	2.50
F25径方向反応率分布	-	-	-
MEZ領域	1.132	2.475	1.00
HEZ領域	1.090	2.475	2.10
径プランケット領域	1.104	3.913	2.50
F28径方向反応率分布	-	-	-
MEZ領域	1.161	3.536	1.40
HEZ領域	1.092	3.536	3.40
径プランケット領域	1.155	6.500	5.20
F49軸方向反応率分布	-	-	-
LEZ領域	0.999	2.475	1.00
軸プランケット領域	0.926	3.913	2.50
遮蔽体領域	1.039	3.913	2.50
F25軸方向反応率分布	-	-	-
LEZ領域	0.994	2.475	1.00
軸プランケット領域	0.964	3.913	2.50
遮蔽体領域	1.179	3.913	2.50
F28軸方向反応率分布	-	-	-
LEZ領域	1.012	3.536	1.40
軸プランケット領域	0.883	6.500	5.20
遮蔽体領域	0.938	6.500	5.20
炉中心反応率比	-	-	-
F49/F25	1.012	2.121	1.00
F28/F25	1.032	1.835	2.00
制御棒価値(炉中心)	0.998	1.200	2.40

Table7.4 104核特性による調整前後 C/E 値一覧 (1/2)

## C/E VALUES BEFORE AND AFTER THE ADJUSTMENT

NO.	REFACTOR CHARACTERISTICS	C/E VALUE		STANDARD DEVIATION ( % )			
		BEFORE	AFTER	VE	VM	GMG	GM'G
1	ZPPR-09 KEFF	0	0.9937 1.0013	0.04	0.31	1.59	0.25
2	ZPPR-09 F28/F49 (ICC,CC)	0	1.0035 0.9912	2.50	2.00	5.65	1.85
3	ZPPR-09 F25/F49 (ICC,CC)	0	0.9955 0.9842	2.20	1.00	3.10	1.19
4	ZPPR-09 C28/F49 (ICC,CC)	0	1.0338 0.9984	2.20	1.00	3.68	1.26
5	ZPPR-09 F41/F25 (ICM',CC)	0	1.0270 1.0015	2.00	2.00	3.75	2.12
6	ZPPR-09 F49 (ICE,CC) / F49 (ICC,CC)	0	1.0100 0.9968	1.00	1.00	1.39	0.38
7	ZPPR-09 F49 (COM,CC) / F49 (ICC,CC)	0	1.0120 0.9927	1.00	2.10	1.78	0.49
8	ZPPR-09 F28 (ICE,CC) / F28 (ICC,CC)	0	1.0330 1.0193	2.50	1.40	1.49	0.38
9	ZPPR-09 F28 (COM,CC) / F28 (ICC,CC)	0	1.0390 1.0189	2.50	3.40	2.14	0.54
10	ZPPR-09 C28 (ICE,CC) / C28 (ICC,CC)	0	1.0120 1.0000	1.00	1.00	1.38	0.38
11	ZPPR-09 C28 (COM,CC) / C28 (ICC,CC)	0	1.0150 0.9973	1.00	2.10	1.73	0.51
12	ZPPR-09 CR (P1)	0	0.9790 0.9846	1.20	2.40	4.30	1.53
13	ZPPR-09 CR (P2)	0	0.9890 0.9896	1.20	2.40	4.03	1.48
14	ZPPR-09 CR (P3)	0	1.0110 1.0040	1.20	2.40	3.77	1.44
15	ZPPR-09 CR (P4)	0	1.0160 1.0034	1.20	2.40	3.71	1.45
16	ZPPR-09 CR (P5)	0	1.0120 0.9976	1.20	2.40	3.71	1.45
17	ZPPR-09 CR (P6)	0	1.0120 0.9945	1.20	2.40	3.72	1.47
18	ZPPR-09 NAV (97D,Z=8")	0	1.0520 1.0274	2.00	9.00	8.02	4.20
19	ZPPR-09 NAV (97D,Z=20")	0	1.0380 0.9847	2.00	9.00	10.23	5.11
20	ZPPR-10A KEFF	0	0.9933 1.0012	0.04	0.31	1.56	0.25
21	ZPPR-10A F28/F49 (ICC,CC)	0	1.0054 0.9938	2.50	2.00	5.48	1.84
22	ZPPR-10A F25/F49 (ICC,CC)	0	1.0106 0.9991	2.20	1.00	3.08	1.18
23	ZPPR-10A C28/F49 (ICC,CC)	0	1.0366 1.0014	2.20	1.00	3.69	1.26
24	ZPPR-10A F49 (ICE,CC) / F49 (ICC,CC)	0	1.0040 0.9980	1.00	1.00	0.67	0.19
25	ZPPR-10A F49 (COM,CC) / F49 (ICC,CC)	0	1.0080 0.9899	1.00	2.10	1.48	0.44
26	ZPPR-10A F49 (REM,CC) / F49 (ICC,CC)	0	0.9780 0.9772	1.30	2.50	0.91	0.59
27	ZPPR-10A CR(CC)	0	1.0180 1.0174	1.20	2.40	4.16	1.50
28	ZPPR-10A CR(RL)	0	1.0340 1.0310	1.20	2.40	3.97	1.47
29	ZPPR-10A CR(R2)	0	1.0250 1.0009	1.20	2.40	3.66	1.46
30	ZPPR-10B KEFF	0	0.9924 1.0009	0.04	0.31	1.51	0.24
31	ZPPR-10B F28/F49 (ICC,CC)	0	1.0160 1.0033	2.50	2.00	5.37	1.83
32	ZPPR-10B F25/F49 (ICC,CC)	0	1.0094 0.9991	2.20	1.00	3.06	1.16
33	ZPPR-10B C28/F49 (ICC,CC)	0	1.0403 1.0056	2.20	1.00	3.80	1.30
34	ZPPR-10B F49 (ICE,CC) / F49 (ICC,CC)	0	1.0020 0.9990	1.00	1.00	0.46	0.20
35	ZPPR-10B F49 (COM,CC) / F49 (ICC,CC)	0	1.0040 0.9877	1.00	2.10	1.59	0.70
36	ZPPR-10C KEFF	0	0.9933 1.0017	0.04	0.31	1.59	0.25
37	ZPPR-10C F28/F49 (R=CC)	0	1.0136 1.0010	2.50	2.00	5.51	1.84
38	ZPPR-10C F25/F49 (R=CC)	0	1.0144 1.0032	2.20	1.00	3.08	1.18
39	ZPPR-10C C28/F49 (R=CC)	0	1.0398 1.0047	2.20	1.00	3.70	1.27
40	ZPPR-10C F49 (R=ICC) / F49 (R=CC)	0	1.0040 1.0014	1.00	1.00	0.36	0.11
41	ZPPR-10C F49 (R=CCC) / F49 (R=CC)	0	1.0070 0.9936	1.00	2.10	1.22	0.42
42	ZPPR-10C CR(CC)	0	1.0050 0.9975	1.20	2.40	3.94	1.47
43	ZPPR-10C CR(RL)	0	1.0230 1.0148	1.20	2.40	3.86	1.45
44	ZPPR-10C CR(R2)	0	1.0270 1.0054	1.20	2.40	3.61	1.45
45	ZPPR-17A KEFF	0	0.9944 1.0011	0.04	0.31	1.51	0.25
46	ZPPR-17A F28/F49 (ICC,ZCM)	0	0.9967 0.9859	2.50	2.00	4.98	1.82
47	ZPPR-17A F28/F49 (IBC,ZBM)	0	1.0071 1.0065	2.50	3.00	9.34	2.61
48	ZPPR-17A F25/F49 (ICC,ZCM)	0	0.9980 0.9866	2.20	1.00	3.05	1.17
49	ZPPR-17A F25/F49 (IBC,ZBM)	0	1.0010 0.9856	2.20	2.00	2.98	1.33
50	ZPPR-17A C28/F49 (ICC,ZCM)	0	1.0207 0.9862	2.20	1.00	3.71	1.29
51	ZPPR-17A C28/F49 (IBC,ZBM)	0	1.0183 0.9853	2.20	2.00	3.44	1.31
52	ZPPR-17A F49 (ICE,ZCM) / F49 (ICC,ZCM)	0	1.0030 0.9995	1.00	1.00	0.82	0.29
53	ZPPR-17A F49 (COM,ZCM) / F49 (ICC,ZCM)	0	1.0050 0.9955	1.00	2.10	1.61	0.54
54	ZPPR-17A F49 (REM,ZCM) / F49 (ICC,ZCM)	0	0.9530 0.9745	1.00	2.50	1.44	0.91
55	ZPPR-17A F49 (IBC,ZBM) / F49 (ICC,ZCM)	0	0.9380 0.9555	1.00	2.50	1.83	0.81
56	ZPPR-17A F49 (IBC,ZBM) / F49 (ICC,ZDM)	0	0.9530 0.9667	1.00	2.50	1.25	0.82
57	ZPPR-17A F49 (COM,ZBM) / F49 (ICC,ZDM)	0	1.0100 1.0000	1.00	2.10	1.67	0.56
58	ZPPR-17A F49 (ABM,ZBM) / F49 (ICC,ZDM)	0	0.9470 0.9638	1.00	2.50	1.43	0.68
59	ZPPR-17A F28(ICE,ZCM) / F28(ICC,ZCM)	0	0.9950 0.9916	2.50	1.40	0.79	0.28

Table7.4 104核特性による調整前後 C/E 値一覧 (2/2)

60 ZPPR-17A	F28(OCM,ZCM)/F28(ICC,ZCM)	0	0.9920	0.9833	2.50	3.40	1.47	0.50
61 ZPPR-17A	F28(IBM,ZCM)/F28(ICC,ZCM)	0	0.8500	0.8620	10.00	5.20	8.47	2.86
62 ZPPR-17A	F28(IEC,ZEM)/F28(ICC,ZCM)	0	0.9600	0.9878	4.00	5.20	5.67	1.76
63 ZPPR-17A	F28(IEE,ZEM)/F28(ICC,ZCM)	0	0.9710	0.9946	4.00	5.20	5.24	1.75
64 ZPPR-17A	F28(OCM,ZEM)/F28(ICC,ZCM)	0	1.0170	1.0076	2.50	3.40	1.53	0.52
65 ZPPR-17A	F28(ABM,ZEM)/F28(ICC,ZCM)	0	0.9020	0.9217	5.00	5.20	3.96	1.29
66 ZPPR-17A	CR(CC)	0	0.9880	0.9887	1.20	2.40	4.74	1.66
67 ZPPR-17A	NAV(52D,CORE)	0	1.1200	1.0292	3.50	9.00	12.79	6.44
68 ZPPR-17A	NAV(52D,IB)	0	0.9110	0.9522	4.00	9.00	6.54	3.46
69 ZPPR-19B	KEFF	0	0.9950	1.0038	0.04	0.31	1.57	0.24
70 ZPPR-19B	F28/F49(ICC,ZCC)	0	1.0000	0.9874	2.50	2.00	5.63	1.86
71 ZPPR-19B	F25/F49(ICC,ZCC)	0	1.0050	0.9952	2.20	1.00	3.12	1.18
72 ZPPR-19B	C28/F49(ICC,ZCC)	0	1.0310	0.9959	2.20	1.00	3.81	1.31
73 ZPPR-19B	F49(ICE,ZCC)/F49(ICC,ZCC)	0	1.0120	0.9985	1.00	1.00	3.31	0.52
74 ZPPR-19B	F49(OCM,ZCC)/F49(ICC,ZCC)	0	1.0160	0.9919	1.00	2.10	5.42	0.88
75 ZPPR-19B	CR(R1)	0	0.9470	0.9576	1.20	2.40	5.83	1.54
76 ZPPR-19B	CR(R2)	0	0.9750	0.9640	1.20	2.40	3.34	1.35
77 ZPPR-19B	CR(R3)	0	1.0110	0.9822	1.20	2.40	5.76	1.51
78 ZPPR-13A	KEFF	0	0.9960	1.0018	0.04	0.31	1.50	0.25
79 ZPPR-13A	F25/F49(BL1,CC)	0	1.0190	1.0028	2.20	2.00	3.18	1.37
80 ZPPR-13A	F25/F49(FR1,CC)	0	1.0090	0.9991	2.20	1.00	3.03	1.16
81 ZPPR-13A	C28/F49(BL1,CC)	0	1.0401	1.0032	2.20	2.00	3.56	1.37
82 ZPPR-13A	C28/F49(FR1,CC)	0	1.0239	0.9900	2.20	1.00	3.84	1.36
83 BFS-62-1	KEFF	0	0.9942	0.9980	0.04	0.31	1.82	0.26
84 BFS-62-1	F49(MEZ,CC)/F49(LEZ,CC)	0	1.1970	1.1776	2.47	1.00	0.77	0.41
85 BFS-62-1	F49(HEZ,CC)/F49(LEZ,CC)	0	1.1370	1.1112	2.47	2.10	0.92	0.52
86 BFS-62-1	F49(RDB,CC)/F49(LEZ,CC)	0	1.1330	1.1385	3.91	2.50	3.22	1.29
87 BFS-62-1	F25(MEZ,CC)/F25(LEZ,CC)	0	1.1320	1.1139	2.47	1.00	0.79	0.41
88 BFS-62-1	F25(HEZ,CC)/F25(LEZ,CC)	0	1.0900	1.0668	2.47	2.10	0.95	0.55
89 BFS-62-1	F25(RDB,CC)/F25(LEZ,CC)	0	1.1040	1.0994	3.91	2.50	3.32	1.51
90 BFS-62-1	F28(MEZ,CC)/F28(LEZ,CC)	0	1.1610	1.1445	3.54	1.40	0.86	0.44
91 BFS-62-1	F28(HEZ,CC)/F28(LEZ,CC)	0	1.0920	1.0675	3.54	3.40	1.11	0.56
92 BFS-62-1	F28(RDB,CC)/F28(LEZ,CC)	0	1.1550	1.1455	6.50	5.20	12.79	4.75
93 BFS-62-1	F49(LEZ,ZCE)/F49(LEZ,CC)	0	0.9990	1.0015	2.47	1.00	0.74	0.30
94 BFS-62-1	F49(UAB,ZEM)/F49(LEZ,CC)	0	0.9260	0.9373	3.91	2.50	2.24	0.81
95 BFS-62-1	F49(UAS,ZM)/F49(LEZ,CC)	0	1.0390	1.0455	3.91	2.50	4.40	1.93
96 BFS-62-1	F25(LEZ,ZCE)/F25(LEZ,CC)	0	0.9940	0.9944	2.47	1.00	0.81	0.37
97 BFS-62-1	F25(UAB,ZEM)/F25(LEZ,CC)	0	0.9640	0.9675	3.91	2.50	2.40	1.11
98 BFS-62-1	F25(UAS,ZM)/F25(LEZ,CC)	0	1.1790	1.1726	3.91	2.50	4.27	2.00
99 BFS-62-1	F28(LEZ,ZCE)/F28(LEZ,CC)	0	1.0120	1.0113	3.54	1.40	0.65	0.28
100 BFS-62-1	F28(UAB,ZM)/F28(LEZ,CC)	0	0.8830	0.8977	6.50	5.20	5.94	1.80
101 BFS-62-1	F28(UAS,ZM)/F28(LEZ,CC)	0	0.9380	0.9831	6.50	5.20	9.85	3.52
102 BFS-62-1	F49/F25(LEZ,CC)	0	1.0120	1.0191	2.12	1.00	2.75	0.96
103 BFS-62-1	F28/F25(LEZ,CC)	0	1.0320	1.0077	1.83	2.00	5.34	2.02
104 BFS-62-1	CR(CENTER)	0	0.9980	1.0022	1.20	2.40	4.26	1.75

Table7.5-1 104核特性を用いた炉定数調整における核種・寄与毎内訳  
—BFS-62-1 炉心：臨界性—

REACTOR CHARACTERISTICS		BFS-62-1 KEFF	
CODE NAME :		BFS-62-1 KEFF	
EXPERIMENTAL VALUE		1.00000E+00	
CALCULATED VALUE (C/E)		9.94160E-01	0.9942
(ADJUSTED) (C/E)		9.97958E-01	0.9980
— CORRECTION FACTOR —			
	U-235	0.000000	
	U-238	0.000000	
	FU-239	0.000000	
	FU-240	0.000000	
	FU-241	0.000000	
	FU-242	0.000000	
COMPONENT-WISE ALTERATION OF CALCULATED VALUE			
NO.	CROSS SECTION	ALTERATION ( % )	CONTRIBUTION ( % )
1	949 CHI	0.00	0.00
2	6 CAP	0.00	0.00
3	8 ELA	0.00	0.65
4	8 INEL	0.00	0.00
5	8 MU	-0.20	-51.35
6	11 CAP	0.00	0.52
7	11 ELA	0.09	23.99
8	11 INEL	0.03	9.09
9	11 MU	0.02	6.05
10	24 MU	0.00	0.17
11	26 CAP	0.01	3.50
12	26 ELA	0.07	18.68
13	26 INEL	0.03	8.34
14	26 MU	0.02	4.17
15	28 MU	0.00	0.28
16	925 CAP	-0.27	-69.74
17	925 FIS	0.94	245.33
18	925 MU	-0.02	-5.63
19	925 INEL	0.00	-0.73
20	928 CAP	0.04	9.89
21	928 FIS	-0.09	-24.85
22	928 MU	-0.02	-6.45
23	928 ELA	-0.03	-6.89
24	928 INEL	-0.04	-9.81
25	928 MU	-0.16	-41.25
26	949 CAP	0.00	0.00
27	949 FIS	0.00	0.00
28	949 MU	0.00	0.00
29	949 INEL	0.00	0.00
30	949 MU	0.00	0.00
31	940 CAP	0.00	0.00
32	940 FIS	0.00	0.00
33	940 MU	0.00	0.00
34	941 CAP	0.00	0.00
35	941 FIS	0.00	0.00
36	941 MU	0.00	0.00
37	925 CHI	-0.05	-13.95
38	819 CAP	0.00	0.00
39	859 CAP	0.00	0.00
40	889 CAP	0.00	0.00
41	899 CAP	0.00	0.00
	TOTAL	0.38	100.00
NO.	CORRECTION	ALTERATION ( % )	CONTRIBUTION ( % )
1	U-235	0.00	0.00
2	U-238	0.00	0.00
3	FU-239	0.00	0.00
4	FU-240	0.00	0.00
5	FU-241	0.00	0.00
6	FU-242	0.00	0.00
	TOTAL	0.00	0.00
	T O T A L	0.38	100.00

Table7.5-2 104核特性を用いた炉定数調整における核種・寄与毎内訳  
—BFS-62-1炉心：反応率分布 (F49(MEZ,CC)/F49(LEZ,CC)) —

REACTOR CHARACTERISTICS BFS-62-1 F49(MEZ,CC)/F49(LEZ,CC)			
CODE NAME : BFS-62-1 F49(MEZ,CC)/F49(LEZ,CC)			
EXPERIMENTAL VALUE	1.00000E+00		
CALCULATED VALUE (C/E) (ADJUSTED)	1.19700E+00 1.17765E+00	1.1970 1.1776	
-- CORRECTION FACTOR --			
U-235	0.000000		
U-238	0.000000		
FU-239	0.000000		
FU-240	0.000000		
FU-241	0.000000		
FU-242	0.000000		
COMPONENT-WISE ALTERATION OF CALCULATED VALUE			
NO.	CROSS SECTION	ALTERATION (%)	CONTRIBUTION (%)
1	949 CHI	0.00	0.00
2	6 CAP	0.00	0.00
3	8 ELA	-0.01	0.32
4	8 INEL	0.00	0.00
5	8 MU	-0.43	26.57
6	11 CAP	0.00	0.09
7	11 ELA	-0.14	8.94
8	11 INEL	-0.05	2.93
9	11 MU	-0.01	0.81
10	24 MU	0.00	0.01
11	26 CAP	-0.01	0.43
12	26 ELA	-0.04	2.33
13	26 INEL	-0.04	2.74
14	26 MU	0.00	-0.11
15	28 MU	0.00	0.00
16	925 CAP	0.00	0.17
17	925 FLS	-0.23	14.08
18	925 NU	-0.01	0.48
19	925 INEL	0.00	-0.01
20	928 CAP	-0.10	6.05
21	928 FLS	0.00	-0.27
22	928 NU	0.00	-0.07
23	928 ELA	-0.07	4.59
24	928 INEL	0.04	-2.63
25	928 MU	-0.30	18.62
26	949 CAP	0.00	0.00
27	949 FLS	-0.24	15.04
28	949 NU	0.00	0.00
29	949 INEL	0.00	0.00
30	949 MU	0.00	0.00
31	940 CAP	0.00	0.00
32	940 FLS	0.00	0.00
33	940 NU	0.00	0.00
34	941 CAP	0.00	0.00
35	941 FLS	0.00	0.00
36	941 NU	0.00	0.00
37	925 CHI	0.02	-1.10
38	819 CAP	0.00	0.00
39	859 CAP	0.00	0.00
40	889 CAP	0.00	0.00
41	899 CAP	0.00	0.00
	TOTAL	-1.62	100.00
NO.	CORRECTION	ALTERATION (%)	CONTRIBUTION (%)
1	U-235	0.00	0.00
2	U-238	0.00	0.00
3	FU-239	0.00	0.00
4	FU-240	0.00	0.00
5	FU-241	0.00	0.00
6	FU-242	0.00	0.00
	T O T A L	-1.62	100.00

Table7.5-3 104核特性を用いた炉定数調整における核種・寄与毎内訳  
 —BFS-62-1 炉心：反応率分布 (F49(HEZ,CC)/F49(LEZ,CC)) —

REACTOR CHARACTERISTICS BFS-62-1 F49(HEZ,CC)/F49(LEZ,CC)			
CODE NAME : BFS-62-1 F49(HEZ,CC)/F49(LEZ,CC)			
EXPERIMENTAL VALUE	1.00000E+00		
CALCULATED VALUE (C/E)	1.13700E+00	1.1370	
(ADJUSTED) (C/E)	1.11120E+00	1.1112	
-- CORRECTION FACTOR --			
U-235	0.000000		
U-238	0.000000		
FU-239	0.000000		
FU-240	0.000000		
FU-241	0.000000		
FU-242	0.000000		
COMPONENT-WISE ALTERATION OF CALCULATED VALUE			
NO.	CROSS SECTION	ALTERATION (%)	CONTRIBUTION (%)
1	949 CHI	0.00	0.00
2	6 CAP	0.00	0.00
3	8 ELA	-0.01	0.36
4	8 INEL	0.00	0.00
5	8 MU	-0.57	25.14
6	11 CAP	0.00	0.11
7	11 ELA	-0.32	14.21
8	11 INEL	-0.04	1.77
9	11 MU	-0.04	1.85
10	24 MU	0.00	0.05
11	26 CAP	-0.01	0.44
12	26 ELA	-0.16	7.24
13	26 INEL	-0.03	1.53
14	26 MU	-0.02	0.71
15	28 MU	0.00	0.05
16	925 CAP	-0.02	1.01
17	925 FIS	-0.22	9.91
18	925 NU	-0.01	0.47
19	925 INEL	0.00	0.01
20	928 CAP	-0.09	3.90
21	928 FIS	0.00	0.15
22	928 NU	0.00	0.05
23	928 ELA	-0.10	4.39
24	928 INEL	0.04	-1.57
25	928 MU	-0.41	17.97
26	949 CAP	0.00	0.00
27	949 FIS	-0.24	10.76
28	949 NU	0.00	0.00
29	949 INEL	0.00	0.00
30	949 MU	0.00	0.00
31	940 CAP	0.00	0.00
32	940 FIS	0.00	0.00
33	940 NU	0.00	0.00
34	941 CAP	0.00	0.00
35	941 FIS	0.00	0.00
36	941 NU	0.00	0.00
37	925 CHI	0.01	-0.50
38	819 CAP	0.00	0.00
39	859 CAP	0.00	0.00
40	889 CAP	0.00	0.00
41	899 CAP	0.00	0.00
	TOTAL	-2.27	100.00
NO.	CORRECTION	ALTERATION (%)	CONTRIBUTION (%)
1	U-235	0.00	0.00
2	U-238	0.00	0.00
3	FU-239	0.00	0.00
4	FU-240	0.00	0.00
5	FU-241	0.00	0.00
6	FU-242	0.00	0.00
	T O T A L	-2.27	100.00

Table7.5-4 104核特性を用いた炉定数調整における核種・寄与毎内訳  
—BFS-62-1 炉心：反応率分布 (F49(RDB,CC)/F49(LEZ,CC)) —

REACTOR CHARACTERISTICS BFS-62-1 F49(RDB,CC)/F49(LEZ,CC)			
CODE NAME : BFS-62-1 F49(RDB,CC)/F49(LEZ,CC)			
EXPERIMENTAL VALUE	1.00000E+00		
CALCULATED VALUE (C/E)	1.13300E+00	1.1330	
(ADJUSTED) (C/E)	1.13847E+00	1.1385	
-- CORRECTION FACTOR --			
U-235	0.000000		
U-238	0.000000		
FU-239	0.000000		
FU-240	0.000000		
FU-241	0.000000		
FU-242	0.000000		
COMPONENT-WISE ALTERATION OF CALCULATED VALUE			
NO.	CROSS SECTION	ALTERATION ( % )	CONTRIBUTION ( % )
1	949 CHI	0.00	0.00
2	6 CAP	0.00	0.00
3	8 ELA	0.00	0.02
4	8 INEL	0.00	-0.02
5	8 MU	0.87	179.53
6	11 CAP	0.00	-0.74
7	11 ELA	-0.51	-105.66
8	11 INEL	0.07	15.07
9	11 MU	-0.12	-23.90
10	24 MU	0.00	-0.66
11	26 CAP	-0.02	-3.43
12	26 ELA	-0.37	-76.51
13	26 INEL	0.10	20.81
14	26 MU	-0.08	-15.75
15	28 MU	-0.01	-1.10
16	925 CAP	0.12	24.19
17	925 FIS	-0.09	-19.48
18	925 NU	-0.01	-1.43
19	925 INEL	-0.01	-1.75
20	928 CAP	-0.11	-23.48
21	928 FIS	-0.07	-14.00
22	928 NU	-0.02	-4.90
23	928 ELA	0.16	33.62
24	928 INEL	-0.31	-64.57
25	928 MU	0.76	157.06
26	949 CAP	0.00	0.00
27	949 FIS	0.24	48.94
28	949 NU	0.00	0.00
29	949 INEL	0.00	0.00
30	949 MU	0.00	0.00
31	940 CAP	0.00	0.00
32	940 FIS	0.00	0.00
33	940 NU	0.00	0.00
34	941 CAP	0.00	0.00
35	941 FIS	0.00	0.00
36	941 NU	0.00	0.00
37	925 CHI	-0.11	-21.87
38	819 CAP	0.00	0.00
39	859 CAP	0.00	0.00
40	889 CAP	0.00	0.00
41	899 CAP	0.00	0.00
	TOTAL	0.48	100.00
NO.	CORRECTION	ALTERATION ( % )	CONTRIBUTION ( % )
1	U-235	0.00	0.00
2	U-238	0.00	0.00
3	FU-239	0.00	0.00
4	FU-240	0.00	0.00
5	FU-241	0.00	0.00
6	FU-242	0.00	0.00
	TOTAL	0.00	0.00
	T O T A L	0.48	100.00

Table7.5-5 104核特性を用いた炉定数調整における核種・寄与毎内訳  
 —BFS-62-1炉心：反応率分布 (F25(MEZ,CC)/F25(LEZ,CC)) —

REACTOR CHARACTERISTICS BFS-62-1 F25(MEZ,CC)/F25(LEZ,CC)			
CODE NAME : BFS-62-1 F25(MEZ,CC)/F25(LEZ,CC)			
EXPERIMENTAL VALUE	1.00000E+00		
CALCULATED VALUE (C/E)	1.13200E+00	1.1320	
(ADJUSTED)	1.11386E+00	1.1139	
-- CORRECTION FACTOR --			
U-235	0.000000		
U-238	0.000000		
FU-239	0.000000		
FU-240	0.000000		
FU-241	0.000000		
FU-242	0.000000		
COMPONENT-WISE ALTERATION OF CALCULATED VALUE			
NO.	CROSS SECTION	ALTERATION (%)	CONTRIBUTION (%)
1	949 CHI	0.00	0.00
2	6 CAP	0.00	0.00
3	8 ELA	-0.01	0.44
4	8 INEL	0.00	0.00
5	8 MU	-0.42	25.95
6	11 CAP	0.00	0.09
7	11 ELA	-0.16	10.06
8	11 INEL	-0.04	2.80
9	11 MU	-0.01	0.87
10	24 MU	0.00	0.01
11	26 CAP	-0.01	0.44
12	26 ELA	-0.04	2.38
13	26 INEL	-0.05	3.01
14	26 MU	0.00	-0.08
15	28 MU	0.00	0.00
16	925 CAP	0.00	0.03
17	925 FIS	-0.45	27.79
18	925 NU	-0.01	0.47
19	925 INEL	0.00	-0.02
20	928 CAP	-0.11	6.65
21	928 FIS	0.00	-0.22
22	928 NU	0.00	-0.06
23	928 ELA	-0.07	4.53
24	928 INEL	0.04	-2.37
25	928 MU	-0.29	18.33
26	949 CAP	0.00	0.00
27	949 FIS	0.00	0.00
28	949 NU	0.00	0.00
29	949 INEL	0.00	0.00
30	949 MU	0.00	0.00
31	940 CAP	0.00	0.00
32	940 FIS	0.00	0.00
33	940 NU	0.00	0.00
34	941 CAP	0.00	0.00
35	941 FIS	0.00	0.00
36	941 NU	0.00	0.00
37	925 CHI	0.02	-1.10
38	819 CAP	0.00	0.00
39	859 CAP	0.00	0.00
40	889 CAP	0.00	0.00
41	899 CAP	0.00	0.00
	TOTAL	-1.60	100.00
NO.	CORRECTION	ALTERATION (%)	CONTRIBUTION (%)
1	U-235	0.00	0.00
2	U-238	0.00	0.00
3	FU-239	0.00	0.00
4	FU-240	0.00	0.00
5	FU-241	0.00	0.00
6	FU-242	0.00	0.00
	TOTAL	0.00	0.00
	T O T A L	-1.60	100.00

Table7.5-6 104核特性を用いた炉定数調整における核種・寄与毎内訳  
—BFS-62-1 炉心：反応率分布 (F25(HEZ,CC)/F25(LEZ,CC)) —

REACTOR CHARACTERISTICS		BFS-62-1	F25(HEZ,CC) / F25(LEZ,CC)
CODE NAME :		BFS-62-1	
		F25(HEZ,CC)	F25(LEZ,CC)
EXPERIMENTAL VALUE		1.00000E+00	
CALCULATED VALUE (C/E)	(ADJUSTED)	1.09000E+00	1.0900
	(C/E)	1.06684E+00	1.0668
-- CORRECTION FACTOR --			
	U-235	0.000000	
	U-238	0.000000	
	PU-239	0.000000	
	PU-240	0.000000	
	PU-241	0.000000	
	PU-242	0.000000	
COMPONENT-WISE ALTERATION OF CALCULATED VALUE			
NO.	CROSS SECTION	ALTERATION ( % )	CONTRIBUTION ( % )
1	949 CHI	0.00	0.00
2	6 CAP	0.00	0.00
3	8 ELA	-0.01	0.45
4	8 INEL	0.00	0.00
5	8 MU	-0.54	25.36
6	11 CAP	0.00	0.12
7	11 ELA	-0.36	16.75
8	11 INEL	-0.03	1.51
9	11 MU	-0.04	2.00
10	24 MU	0.00	0.05
11	26 CAP	-0.01	0.47
12	26 ELA	-0.18	8.38
13	26 INEL	-0.03	1.60
14	26 MU	-0.02	0.78
15	28 MU	0.00	0.05
16	925 CAP	-0.02	1.17
17	925 FIS	-0.33	15.53
18	925 NU	-0.01	0.48
19	925 INEL	0.00	0.00
20	928 CAP	-0.09	4.42
21	928 FIS	0.00	0.20
22	928 NU	0.00	0.07
23	928 ELA	-0.09	4.43
24	928 INEL	0.03	-1.45
25	928 MU	-0.39	18.16
26	949 CAP	0.00	0.00
27	949 FIS	0.00	0.00
28	949 NU	0.00	0.00
29	949 INEL	0.00	0.00
30	949 MU	0.00	0.00
31	940 CAP	0.00	0.00
32	940 FIS	0.00	0.00
33	940 NU	0.00	0.00
34	941 CAP	0.00	0.00
35	941 FIS	0.00	0.00
36	941 NU	0.00	0.00
37	925 CHI	0.01	-0.53
38	819 CAP	0.00	0.00
39	859 CAP	0.00	0.00
40	889 CAP	0.00	0.00
41	899 CAP	0.00	0.00
	TOTAL	-2.12	100.00
NO.	CORRECTION	ALTERATION ( % )	CONTRIBUTION ( % )
1	U-235	0.00	0.00
2	U-238	0.00	0.00
3	PU-239	0.00	0.00
4	PU-240	0.00	0.00
5	PU-241	0.00	0.00
6	PU-242	0.00	0.00
	T O T A L	-2.12	100.00

Table7.5-7 104核特性を用いた炉定数調整における核種・寄与毎内訳  
—BFS-62-1 炉心：反応率分布 (F25(RDB,CC)/F25(LEZ,CC)) —

REACTOR CHARACTERISTICS BFS-62-1 F25(RDB,CC)/F25(LEZ,CC)			
CODE NAME : BFS-62-1 F25(RDB,CC)/F25(LEZ,CC)			
EXPERIMENTAL VALUE	1.00000E+00		
CALCULATED VALUE (C/E)	1.10400E+00	1.1040	
(ADJUSTED) (C/E)	1.09936E+00	1.0994	
-- CORRECTION FACTOR --			
U-235	0.000000		
U-238	0.000000		
FU-239	0.000000		
FU-240	0.000000		
FU-241	0.000000		
FU-242	0.000000		
COMPONENT-WISE ALTERATION OF CALCULATED VALUE			
NO.	CROSS SECTION	ALTERATION (%)	CONTRIBUTION (%)
1	949 CHI	0.00	0.00
2	6 CAP	0.00	0.00
3	8 ELA	0.00	0.32
4	8 INEL	0.00	0.02
5	8 MU	0.73	-174.62
6	11 CAP	0.00	0.94
7	11 ELA	-0.59	140.96
8	11 INEL	0.09	-21.37
9	11 MU	-0.12	27.42
10	24 MU	0.00	0.79
11	26 CAP	-0.02	4.19
12	26 ELA	-0.43	101.51
13	26 INEL	0.12	-27.77
14	26 MU	-0.08	18.38
15	28 MU	-0.01	1.27
16	925 CAP	0.16	-38.07
17	925 FIS	-0.57	136.01
18	925 NU	-0.01	1.71
19	925 INEL	-0.01	1.96
20	928 CAP	-0.01	3.52
21	928 FIS	-0.06	15.01
22	928 NU	-0.02	5.25
23	928 ELA	0.13	-31.76
24	928 INEL	-0.29	69.24
25	928 MU	0.68	-161.28
26	949 CAP	0.00	0.00
27	949 FIS	0.00	0.00
28	949 NU	0.00	0.00
29	949 INEL	0.00	0.00
30	949 MU	0.00	0.00
31	940 CAP	0.00	0.00
32	940 FIS	0.00	0.00
33	940 NU	0.00	0.00
34	941 CAP	0.00	0.00
35	941 FIS	0.00	0.00
36	941 NU	0.00	0.00
37	925 CHI	-0.11	26.38
38	819 CAP	0.00	0.00
39	859 CAP	0.00	0.00
40	889 CAP	0.00	0.00
41	899 CAP	0.00	0.00
	TOTAL	-0.42	100.00
NO.	CORRECTION	ALTERATION (%)	CONTRIBUTION (%)
1	U-235	0.00	0.00
2	U-238	0.00	0.00
3	FU-239	0.00	0.00
4	FU-240	0.00	0.00
5	FU-241	0.00	0.00
6	FU-242	0.00	0.00
	TOTAL	0.00	0.00
	T O T A L	-0.42	100.00

Table7.5-8 104核特性を用いた炉定数調整における核種・寄与毎内訳  
—BFS-62-1 炉心：反応率分布 (F28(MEZ,CC)/F28(LEZ,CC)) —

REACTOR CHARACTERISTICS		BFS-62-1 F28(MEZ,CC)/F28(LEZ,CC)	
CODE NAME :		BFS-62-1 F28(MEZ,CC)/F28(LEZ,CC)	
EXPERIMENTAL VALUE		1.00000E+00	
CALCULATED VALUE (C/E)	1.16100E+00	1.1610	
(ADJUSTED)	(C/E)	1.14453E+00	
— CORRECTION FACTOR —			
U-235		0.000000	
U-238		0.000000	
PU-239		0.000000	
PU-240		0.000000	
PU-241		0.000000	
PU-242		0.000000	
COMPONENT-WISE ALTERATION OF CALCULATED VALUE			
NO.	CROSS SECTION	ALTERATION ( % )	CONTRIBUTION ( % )
1	949 CHI	0.00	0.00
2	6 CAP	0.00	0.00
3	8 ELA	-0.01	0.49
4	8 INEL	0.00	0.00
5	8 MU	-0.40	28.09
6	11 CAP	0.00	0.11
7	11 ELA	-0.19	13.14
8	11 INEL	-0.06	4.45
9	11 MU	-0.02	1.22
10	24 MU	0.00	0.03
11	26 CAP	-0.01	0.46
12	26 ELA	-0.07	4.59
13	26 INEL	0.03	-2.12
14	26 MU	0.00	0.33
15	28 MU	0.00	0.01
16	925 CAP	-0.01	0.75
17	925 FIS	-0.35	24.49
18	925 NU	-0.01	0.65
19	925 INEL	0.00	0.29
20	928 CAP	-0.09	6.13
21	928 FIS	0.00	-0.07
22	928 NU	0.00	-0.21
23	928 ELA	-0.08	5.48
24	928 INEL	0.11	-8.06
25	928 MU	-0.31	21.60
26	949 CAP	0.00	0.00
27	949 FIS	0.00	0.00
28	949 NU	0.00	0.00
29	949 INEL	0.00	0.00
30	949 MU	0.00	0.00
31	940 CAP	0.00	0.00
32	940 FIS	0.00	0.00
33	940 NU	0.00	0.00
34	941 CAP	0.00	0.00
35	941 FIS	0.00	0.00
36	941 NU	0.00	0.00
37	925 CHI	0.03	-1.84
38	819 CAP	0.00	0.00
39	859 CAP	0.00	0.00
40	889 CAP	0.00	0.00
41	899 CAP	0.00	0.00
	TOTAL	-1.42	100.00
NO.	CORRECTION	ALTERATION ( % )	CONTRIBUTION ( % )
1	U-235	0.00	0.00
2	U-238	0.00	0.00
3	PU-239	0.00	0.00
4	PU-240	0.00	0.00
5	PU-241	0.00	0.00
6	PU-242	0.00	0.00
	TOTAL	0.00	0.00
	T O T A L	-1.42	100.00

Table7.5-9 104核特性を用いた炉定数調整における核種・寄与毎内訳  
—BFS-62-1 炉心：反応率分布 (F28(HEZ,CC)/F28(LEZ,CC)) —

REACTOR CHARACTERISTICS BFS-62-1 F28(HEZ,CC)/F28(LEZ,CC)			
CODE NAME : BFS-62-1 F28(HEZ,CC)/F28(LEZ,CC)			
EXPERIMENTAL VALUE	1.00000E+00		
CALCULATED VALUE (C/E)	1.09200E+00	1.0920	
(ADJUSTED) (C/E)	1.06747E+00	1.0675	
-- CORRECTION FACTOR --			
U-235	0.000000		
U-238	0.000000		
FU-239	0.000000		
FU-240	0.000000		
FU-241	0.000000		
FU-242	0.000000		
COMPONENT-WISE ALTERATION OF CALCULATED VALUE			
NO.	CROSS SECTION	ALTERATION (%)	CONTRIBUTION (%)
1	949 CHI	0.00	0.00
2	6 CAP	0.00	0.00
3	8 ELA	-0.01	0.38
4	8 INEL	0.00	0.00
5	8 MU	-0.52	23.22
6	11 CAP	0.00	0.12
7	11 ELA	-0.31	13.64
8	11 INEL	-0.21	9.57
9	11 MU	-0.04	1.82
10	24 MU	0.00	0.07
11	26 CAP	-0.01	0.41
12	26 ELA	-0.16	7.13
13	26 INEL	-0.08	3.40
14	26 MU	-0.02	1.09
15	28 MU	0.00	0.05
16	925 CAP	-0.03	1.17
17	925 FIS	-0.29	12.77
18	925 NU	-0.01	0.58
19	925 INEL	-0.01	0.33
20	928 CAP	-0.08	3.51
21	928 FIS	0.01	-0.42
22	928 NU	0.00	-0.04
23	928 ELA	-0.12	5.45
24	928 INEL	0.14	-6.08
25	928 MU	-0.51	22.91
26	949 CAP	0.00	0.00
27	949 FIS	0.00	0.00
28	949 NU	0.00	0.00
29	949 INEL	0.00	0.00
30	949 MU	0.00	0.00
31	940 CAP	0.00	0.00
32	940 FIS	0.00	0.00
33	940 NU	0.00	0.00
34	941 CAP	0.00	0.00
35	941 FIS	0.00	0.00
36	941 NU	0.00	0.00
37	925 CHI	0.02	-1.08
38	819 CAP	0.00	0.00
39	859 CAP	0.00	0.00
40	889 CAP	0.00	0.00
41	899 CAP	0.00	0.00
	TOTAL	-2.25	100.00
NO.	CORRECTION	ALTERATION (%)	CONTRIBUTION (%)
1	U-235	0.00	0.00
2	U-238	0.00	0.00
3	FU-239	0.00	0.00
4	FU-240	0.00	0.00
5	FU-241	0.00	0.00
6	FU-242	0.00	0.00
	T O T A L	-2.25	100.00

Table7.5-10 104核特性を用いた炉定数調整における核種・寄与毎内訳  
—BFS-62-1 炉心：反応率分布 (F28(RDB,CC)/F28(LEZ,CC)) —

REACTOR CHARACTERISTICS BFS-62-1 F28(RDB,CC)/F28(LEZ,CC)			
CODE NAME : BFS-62-1 F28(RDB,CC)/F28(LEZ,CC)			
EXPERIMENTAL VALUE	1.00000E+00		
CALCULATED VALUE (C/E) (ADJUSTED)	1.15500E+00 1.14551E+00	1.1550	1.1455
— CORRECTION FACTOR —			
U-235	0.000000		
U-238	0.000000		
FU-239	0.000000		
FU-240	0.000000		
FU-241	0.000000		
FU-242	0.000000		
COMPONENT-WISE ALTERATION OF CALCULATED VALUE			
NO.	CROSS SECTION	ALTERATION ( % )	CONTRIBUTION ( % )
1	949 CHI	0.00	-0.01
2	6 CAP	0.00	0.00
3	8 ELA	0.01	-0.87
4	8 INEL	0.00	0.12
5	8 MU	0.49	-59.76
6	11 CAP	0.00	0.49
7	11 ELA	-0.47	57.16
8	11 INEL	-0.22	26.47
9	11 MU	-0.07	7.92
10	24 MU	0.00	-0.52
11	26 CAP	-0.02	1.93
12	26 ELA	-0.29	35.27
13	26 INEL	0.19	-23.28
14	26 MU	0.04	-4.88
15	28 MU	0.00	0.30
16	925 CAP	0.13	-15.58
17	925 FIS	-0.68	82.76
18	925 NU	0.00	-0.46
19	925 INEL	0.00	0.52
20	928 CAP	-0.12	15.16
21	928 FIS	-0.09	11.09
22	928 NU	-0.08	9.15
23	928 ELA	0.59	-72.36
24	928 INEL	-2.52	307.16
25	928 MU	2.64	-321.44
26	949 CAP	0.00	0.00
27	949 FIS	0.00	-0.01
28	949 NU	0.00	0.00
29	949 INEL	0.00	0.00
30	949 MU	0.00	0.00
31	940 CAP	0.00	0.00
32	940 FIS	0.00	0.00
33	940 NU	0.00	0.00
34	941 CAP	0.00	0.00
35	941 FIS	0.00	0.00
36	941 NU	0.00	0.00
37	925 CHI	-0.36	43.70
38	819 CAP	0.00	0.00
39	859 CAP	0.00	0.00
40	889 CAP	0.00	0.00
41	899 CAP	0.00	0.00
	TOTAL	-0.82	100.00
NO.	CORRECTION	ALTERATION ( % )	CONTRIBUTION ( % )
1	U-235	0.00	0.00
2	U-238	0.00	0.00
3	FU-239	0.00	0.00
4	FU-240	0.00	0.00
5	FU-241	0.00	0.00
6	FU-242	0.00	0.00
	TOTAL	0.00	0.00
	T O T A L	-0.82	100.00

Table7.5-11 104核特性を用いた炉定数調整における核種・寄与毎内訳  
—BFS-62-1炉心：反応率分布 (F49(LEZ,ZCE)/F49(LEZ,CC)) —

REACTOR CHARACTERISTICS		BFS-62-1 F49(LEZ,ZCE)/F49(LEZ,CC)	
CODE NAME :		BFS-62-1 F49(LEZ,ZCE)/F49(LEZ,CC)	
EXPERIMENTAL VALUE		1.00000E+00	
CALCULATED VALUE (C/E)	(C/E)	9.99000E-01	0.9990
(ADJUSTED)	(C/B)	1.00145E+00	1.0015
-- CORRECTION FACTOR --			
	U-235	0.000000	
	U-238	0.000000	
	FU-239	0.000000	
	FU-240	0.000000	
	FU-241	0.000000	
	FU-242	0.000000	
COMPONENT-WISE ALTERATION OF CALCULATED VALUE			
NO.	CROSS SECTION	ALTERATION (%)	CONTRIBUTION (%)
1	949 CHI	0.00	0.00
2	6 CAP	0.00	0.00
3	8 ELA	0.00	-0.14
4	8 INEL	0.00	0.00
5	8 MU	0.17	70.30
6	11 CAP	0.00	0.33
7	11 ELA	-0.06	-23.68
8	11 INEL	0.07	27.14
9	11 MU	-0.06	-26.30
10	24 MU	0.00	-0.70
11	26 CAP	0.00	-0.34
12	26 ELA	-0.15	-62.48
13	26 INEL	0.05	21.15
14	26 MU	-0.04	-16.49
15	28 MU	0.00	-1.14
16	925 CAP	0.07	28.33
17	925 FIS	0.04	15.83
18	925 NU	0.00	1.08
19	925 INEL	0.00	-0.83
20	928 CAP	0.00	0.05
21	928 FIS	-0.01	-4.99
22	928 NU	0.00	-1.55
23	928 ELA	0.04	14.74
24	928 INEL	-0.06	-24.45
25	928 MU	0.15	61.72
26	949 CAP	0.00	0.00
27	949 FIS	0.08	32.54
28	949 NU	0.00	0.00
29	949 INEL	0.00	0.00
30	949 MU	0.00	0.00
31	940 CAP	0.00	0.00
32	940 FIS	0.00	0.00
33	940 NU	0.00	0.00
34	941 CAP	0.00	0.00
35	941 FIS	0.00	0.00
36	941 NU	0.00	0.00
37	925 CHI	-0.02	-10.08
38	819 CAP	0.00	0.00
39	859 CAP	0.00	0.00
40	889 CAP	0.00	0.00
41	899 CAP	0.00	0.00
	TOTAL	0.25	100.00
NO.	CORRECTION	ALTERATION (%)	CONTRIBUTION (%)
1	U-235	0.00	0.00
2	U-238	0.00	0.00
3	FU-239	0.00	0.00
4	FU-240	0.00	0.00
5	FU-241	0.00	0.00
6	FU-242	0.00	0.00
	T O T A L	0.25	100.00

Table7.5-12 104核特性を用いた炉定数調整における核種・寄与毎内訳  
—BFS-62-1 炉心：反応率分布 (F49 (UAB, ZEM) / F49 (LEZ, CC)) —

REACTOR CHARACTERISTICS BFS-62-1 F49 (UAB, ZEM) / F49 (LEZ, CC)			
CODE NAME : BFS-62-1 F49 (UAB, ZEM) / F49 (LEZ, CC)			
EXPERIMENTAL VALUE	1.00000E+00		
CALCULATED VALUE (C/E)	9.26000E-01	0.9260	
(ADJUSTED) (C/E)	9.37331E-01	0.9373	
-- CORRECTION FACTOR --			
U-235	0.00000		
U-238	0.00000		
FU-239	0.00000		
FU-240	0.00000		
FU-241	0.00000		
FU-242	0.00000		
COMPONENT-WISE ALTERATION OF CALCULATED VALUE			
NO.	CROSS SECTION	ALTERATION ( % )	CONTRIBUTION ( % )
1	949 CHI	0.00	0.00
2	6 CAP	0.00	0.00
3	8 ELA	0.01	0.78
4	8 INEL	0.00	0.00
5	8 MU	0.65	53.30
6	11 CAP	0.00	0.22
7	11 ELA	0.15	12.11
8	11 INEL	0.15	12.04
9	11 MU	-0.13	-10.41
10	24 MU	0.00	-0.22
11	26 CAP	-0.01	-0.48
12	26 ELA	-0.16	-12.68
13	26 INEL	0.11	8.98
14	26 MU	-0.07	-5.57
15	28 MU	0.00	-0.39
16	925 CAP	0.11	9.25
17	925 FIS	0.06	4.91
18	925 NU	0.00	0.29
19	925 INEL	0.00	-0.32
20	928 CAP	-0.13	-10.62
21	928 FIS	-0.03	-2.24
22	928 NU	-0.01	-0.72
23	928 ELA	0.13	10.49
24	928 INEL	-0.15	-11.93
25	928 MU	0.54	44.09
26	949 CAP	0.00	0.00
27	949 FIS	0.05	3.86
28	949 NU	0.00	0.00
29	949 INEL	0.00	0.00
30	949 MU	0.00	0.00
31	940 CAP	0.00	0.00
32	940 FIS	0.00	0.00
33	940 NU	0.00	0.00
34	941 CAP	0.00	0.00
35	941 FIS	0.00	0.00
36	941 NU	0.00	0.00
37	925 CHI	-0.06	-4.75
38	819 CAP	0.00	0.00
39	859 CAP	0.00	0.00
40	889 CAP	0.00	0.00
41	899 CAP	0.00	0.00
	TOTAL	1.22	100.00
NO.	CORRECTION	ALTERATION ( % )	CONTRIBUTION ( % )
1	U-235	0.00	0.00
2	U-238	0.00	0.00
3	FU-239	0.00	0.00
4	FU-240	0.00	0.00
5	FU-241	0.00	0.00
6	FU-242	0.00	0.00
	T O T A L	1.22	100.00

Table 7.5-13 104 核特性を用いた炉定数調整における核種・寄与毎内訳  
—BFS-62-1 炉心：反応率分布 (F49(UAS, ZM) / F49(LEZ, CC)) —

REACTOR CHARACTERISTICS BFS-62-1 F49(UAS, ZM) / F49(LEZ, CC)		CODE NAME : BFS-62-1 F49(UAS, ZM) / F49(LEZ, CC)	
EXPERIMENTAL VALUE	1.00000E+00		
CALCULATED VALUE (C/E)	1.03900E+00	1.0390	
(ADJUSTED)	1.04552E+00	1.0455	
— CORRECTION FACTOR —			
U-235	0.000000		
U-238	0.000000		
FU-239	0.000000		
FU-240	0.000000		
FU-241	0.000000		
FU-242	0.000000		
COMPONENT-WISE ALTERATION OF CALCULATED VALUE			
NO.	CROSS SECTION	ALTERATION ( % )	CONTRIBUTION ( % )
1	949 CHI	0.00	0.00
2	6 CAP	0.00	0.00
3	8 ELA	-0.03	-5.05
4	8 INEL	0.00	-0.01
5	8 MU	1.44	229.93
6	11 CAP	0.01	1.09
7	11 ELA	-0.17	-26.88
8	11 INEL	0.29	46.49
9	11 MU	-0.25	-39.21
10	24 MU	-0.01	-0.95
11	26 CAP	-0.06	-8.95
12	26 ELA	-0.38	-61.29
13	26 INEL	0.23	36.33
14	26 MU	-0.14	-22.52
15	28 MU	-0.01	-1.55
16	925 CAP	0.21	33.21
17	925 FIS	0.16	26.25
18	925 NU	0.01	0.84
19	925 INEL	-0.01	-1.02
20	928 CAP	-0.57	-90.88
21	928 FIS	-0.04	-6.38
22	928 NU	-0.01	-2.21
23	928 ELA	0.20	31.12
24	928 INEL	-0.33	-51.92
25	928 MU	1.22	193.82
26	949 CAP	0.00	-0.01
27	949 FIS	-1.02	-161.84
28	949 NU	0.00	0.00
29	949 INEL	0.00	0.00
30	949 MU	0.00	0.00
31	940 CAP	0.00	0.00
32	940 FIS	0.00	0.00
33	940 NU	0.00	0.00
34	941 CAP	0.00	0.00
35	941 FIS	0.00	0.00
36	941 NU	0.00	0.00
37	925 CHI	-0.12	-18.41
38	819 CAP	0.00	0.00
39	859 CAP	0.00	0.00
40	889 CAP	0.00	0.00
41	899 CAP	0.00	0.00
	TOTAL	0.63	100.00
NO.	CORRECTION	ALTERATION ( % )	CONTRIBUTION ( % )
1	U-235	0.00	0.00
2	U-238	0.00	0.00
3	FU-239	0.00	0.00
4	FU-240	0.00	0.00
5	FU-241	0.00	0.00
6	FU-242	0.00	0.00
	T O T A L	0.63	100.00

Table7.5-14 104核特性を用いた炉定数調整における核種・寄与毎内訳  
---BFS-62-1 炉心：反応率分布 (F25(LEZ,ZCE)/F25(LEZ,CC)) ---

REACTOR CHARACTERISTICS BFS-62-1 F25(LEZ,ZCE)/F25(LEZ,CC)			
CODE NAME : BFS-62-1 F25(LEZ,ZCE)/F25(LEZ,CC)			
EXPERIMENTAL VALUE	1.00000E+00		
CALCULATED VALUE (C/E)	9.94000E-01	0.9940	
(ADJUSTED) (C/E)	9.94351E-01	0.9944	
-- CORRECTION FACTOR --			
U-235	0.000000		
U-238	0.000000		
PU-239	0.000000		
PU-240	0.000000		
PU-241	0.000000		
PU-242	0.000000		
COMPONENT-WISE ALTERATION OF CALCULATED VALUE			
NO.	CROSS SECTION	ALTERATION (%)	CONTRIBUTION (%)
1	949 CHI	0.00	0.00
2	6 CAP	0.00	0.00
3	8 ELA	0.00	-1.33
4	8 INEL	0.00	-0.03
5	8 MU	0.18	511.77
6	11 CAP	0.00	2.31
7	11 ELA	-0.08	-240.24
8	11 INEL	0.07	193.41
9	11 MU	-0.06	-180.32
10	24 MU	0.00	-5.06
11	26 CAP	0.00	-2.85
12	26 ELA	-0.17	-492.15
13	26 INEL	0.06	158.81
14	26 MU	-0.04	-116.06
15	28 MU	0.00	-7.97
16	925 CAP	0.08	239.00
17	925 FIS	-0.09	-256.73
18	925 NU	0.00	6.80
19	925 INEL	0.00	-5.77
20	928 CAP	0.01	40.93
21	928 FIS	-0.01	-33.00
22	928 NU	0.00	-10.44
23	928 ELA	0.04	105.26
24	928 INEL	-0.06	-178.53
25	928 MU	0.16	451.25
26	949 CAP	0.00	-0.02
27	949 FIS	0.00	0.02
28	949 NU	0.00	0.00
29	949 INEL	0.00	0.00
30	949 MU	0.00	0.00
31	940 CAP	0.00	0.00
32	940 FIS	0.00	0.00
33	940 NU	0.00	0.00
34	941 CAP	0.00	0.00
35	941 FIS	0.00	0.00
36	941 NU	0.00	0.00
37	925 CHI	-0.03	-79.06
38	819 CAP	0.00	0.00
39	859 CAP	0.00	0.00
40	889 CAP	0.00	0.00
41	899 CAP	0.00	0.00
	TOTAL	0.04	100.02
NO.	CORRECTION	ALTERATION (%)	CONTRIBUTION (%)
1	U-235	0.00	0.00
2	U-238	0.00	0.00
3	PU-239	0.00	0.00
4	PU-240	0.00	0.00
5	PU-241	0.00	0.00
6	PU-242	0.00	0.00
	T O T A L	0.04	100.02

Table7.5-15 104核特性を用いた炉定数調整における核種・寄与毎内訳  
—BFS-62-1炉心：反応率分布 (F25(UAB,ZBM)/F25(LEZ,CC)) —

REACTOR CHARACTERISTICS		BFS-62-1 F25(UAB,ZBM)/F25(LEZ,CC)	
CODE NAME :		BFS-62-1 F25(UAB,ZBM)/F25(LEZ,CC)	
EXPERIMENTAL VALUE		1.00000E+00	
CALCULATED VALUE (C/E)	9.64000E-01	0.9640	
(ADJUSTED)	(C/E)	9.67459E-01	
		0.9675	
— CORRECTION FACTOR —			
U-235		0.000000	
U-238		0.000000	
PU-239		0.000000	
PU-240		0.000000	
PU-241		0.000000	
PU-242		0.000000	
COMPONENT-WISE ALTERATION OF CALCULATED VALUE			
NO.	CROSS SECTION	ALTERATION (%)	CONTRIBUTION (%)
1	949 CHI	0.00	0.00
2	6 CAP	0.00	0.00
3	8 ELA	0.01	2.31
4	8 INEL	0.00	-0.01
5	8 MU	0.59	<u>163.39</u>
6	11 CAP	0.00	0.71
7	11 ELA	0.07	20.33
8	11 INEL	0.14	40.33
9	11 MU	-0.12	-33.96
10	24 MU	0.00	-0.79
11	26 CAP	-0.01	-1.62
12	26 ELA	-0.20	-56.12
13	26 INEL	0.12	32.51
14	26 MU	-0.07	-19.13
15	28 MU	0.00	-1.33
16	925 CAP	0.15	41.21
17	925 FIS	-0.62	<u>-171.62</u>
18	925 NU	0.00	0.91
19	925 INEL	0.00	-1.08
20	928 CAP	-0.07	-19.70
21	928 FIS	-0.02	-6.81
22	928 NU	-0.01	-2.23
23	928 ELA	0.11	31.76
24	928 INEL	-0.14	-40.32
25	928 MU	0.50	<u>139.18</u>
26	949 CAP	0.00	-0.01
27	949 FIS	0.00	0.00
28	949 NU	0.00	0.00
29	949 INEL	0.00	0.00
30	949 MU	0.00	0.00
31	940 CAP	0.00	0.00
32	940 FIS	0.00	0.00
33	940 NU	0.00	0.00
34	941 CAP	0.00	0.00
35	941 FIS	0.00	0.00
36	941 NU	0.00	0.00
37	925 CHI	-0.06	-17.91
38	819 CAP	0.00	0.00
39	859 CAP	0.00	0.00
40	889 CAP	0.00	0.00
41	899 CAP	0.00	0.00
	TOTAL	0.36	100.00
NO.	CORRECTION	ALTERATION (%)	CONTRIBUTION (%)
1	U-235	0.00	0.00
2	U-238	0.00	0.00
3	PU-239	0.00	0.00
4	PU-240	0.00	0.00
5	PU-241	0.00	0.00
6	PU-242	0.00	0.00
	T O T A L	0.36	100.00

Table7.5-16 104核特性を用いた炉定数調整における核種・寄与毎内訳  
 —BFS-62-1 炉心：反応率分布 (F25(UAS,ZM)/F25(LEZ,CC)) —

REACTOR CHARACTERISTICS BFS-62-1 F25(UAS,ZM)/F25(LEZ,CC)			
CODE NAME : BFS-62-1 F25(UAS,ZM)/F25(LEZ,CC)			
EXPERIMENTAL VALUE	1.00000E+00		
CALCULATED VALUE (C/E)	1.17900E-00	1.1790	
(ADJUSTED) (C/E)	1.17263E+00	1.1726	
— CORRECTION FACTOR —			
U-235	0.000000		
U-238	0.000000		
PU-239	0.000000		
PU-240	0.000000		
PU-241	0.000000		
PU-242	0.000000		
COMPONENT-WISE ALTERATION OF CALCULATED VALUE			
NO.	CROSS SECTION	ALTERATION ( % )	CONTRIBUTION ( % )
1	949 CHI	0.00	0.00
2	6 CAP	0.00	0.00
3	8 ELA	-0.04	7.90
4	8 INEL	0.00	0.01
5	8 MU	1.43	-265.22
6	11 CAP	0.01	-1.17
7	11 ELA	-0.41	76.21
8	11 INEL	0.31	-57.58
9	11 MU	-0.25	45.73
10	24 MU	-0.01	1.14
11	26 CAP	-0.04	8.09
12	26 ELA	-0.55	102.29
13	26 INEL	0.25	-46.75
14	26 MU	-0.14	26.63
15	28 MU	-0.01	1.83
16	925 CAP	0.27	-50.04
17	925 FIS	-1.77	327.39
18	925 NU	0.01	-0.95
19	925 INEL	-0.01	1.30
20	928 CAP	-0.45	82.77
21	928 FIS	-0.04	7.23
22	928 NU	-0.01	2.58
23	928 ELA	0.19	-34.68
24	928 INEL	-0.36	66.82
25	928 MU	1.22	-226.54
26	949 CAP	0.00	0.01
27	949 FIS	0.00	-0.01
28	949 NU	0.00	0.00
29	949 INEL	0.00	0.00
30	949 MU	0.00	0.00
31	940 CAP	0.00	0.00
32	940 FIS	0.00	0.00
33	940 NU	0.00	0.00
34	941 CAP	0.00	0.00
35	941 FIS	0.00	0.00
36	941 NU	0.00	0.00
37	925 CHI	-0.14	25.02
38	819 CAP	0.00	0.00
39	859 CAP	0.00	0.00
40	889 CAP	0.00	0.00
41	899 CAP	0.00	0.00
	TOTAL	-0.54	100.00
NO.	CORRECTION	ALTERATION ( % )	CONTRIBUTION ( % )
1	U-235	0.00	0.00
2	U-238	0.00	0.00
3	PU-239	0.00	0.00
4	PU-240	0.00	0.00
5	PU-241	0.00	0.00
6	PU-242	0.00	0.00
	T O T A L	-0.54	100.00

Table7.5-17 104核特性を用いた炉定数調整における核種・寄与毎内訳  
—BFS-62-1 炉心：反応率分布 (F28(LEZ,ZCE)/F28(LEZ,CC)) —

REFACTOR CHARACTERISTICS BFS-62-1 F28(LEZ,ZCE)/F28(LEZ,CC)  
CODE NAME : BFS-62-1 F28(LEZ,ZCE)/F28(LEZ,CC)

EXPERIMENTAL VALUE	1.00000E+00
CALCULATED VALUE (C/E)	1.01200E+00
(ADJUSTED) (C/E)	1.01132E+00
	1.0113

-- CORRECTION FACTOR --

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

NO.	COMPONENT-WISE ALTERATION OF CALCULATED VALUE		CONTRIBUTION (%)
	CROSS SECTION	ALTERATION (%)	
1	949 CHI	0.00	-0.01
2	6 CAP	0.00	0.00
3	8 ELA	0.00	1.68
4	8 INEL	0.00	0.04
5	8 MU	0.10	-151.36
6	11 CAP	0.00	-0.77
7	11 ELA	-0.08	112.25
8	11 INEL	0.08	-121.51
9	11 MU	-0.04	54.87
10	24 MU	0.00	0.55
11	26 CAP	0.00	0.78
12	26 ELA	-0.12	178.08
13	26 INEL	0.05	-75.24
14	26 MU	-0.02	24.62
15	28 MU	0.00	2.66
16	925 CAP	0.05	-80.56
17	925 FIS	-0.05	79.09
18	925 NU	0.01	-7.48
19	925 INEL	0.00	0.03
20	928 CAP	0.01	-14.49
21	928 FIS	-0.01	19.07
22	928 NU	0.00	6.99
23	928 ELA	0.01	-21.09
24	928 INEL	-0.10	142.73
25	928 MU	0.06	-91.05
26	949 CAP	0.00	0.01
27	949 FIS	0.00	-0.02
28	949 NU	0.00	0.00
29	949 INEL	0.00	0.00
30	949 MU	0.00	0.00
31	940 CAP	0.00	0.00
32	940 FIS	0.00	0.00
33	940 NU	0.00	0.00
34	941 CAP	0.00	0.00
35	941 FIS	0.00	0.00
36	941 NU	0.00	0.00
37	925 CHI	-0.03	40.14
38	819 CAP	0.00	0.00
39	859 CAP	0.00	0.00
40	889 CAP	0.00	0.00
41	899 CAP	0.00	0.00
	TOTAL	-0.07	100.01
NO.	CORRECTION	ALTERATION (%)	CONTRIBUTION (%)
1	U-235	0.00	0.00
2	U-238	0.00	0.00
3	FU-239	0.00	0.00
4	FU-240	0.00	0.00
5	FU-241	0.00	0.00
6	FU-242	0.00	0.00
	T O T A L	-0.07	100.01

Table7.5-18 104核特性を用いた炉定数調整における核種・寄与毎内訳  
 —BFS-62-1炉心：反応率分布 (F28(UAB,ZBM)/F28(LEZ,CC)) —

REACTOR CHARACTERISTICS BFS-62-1 F28(UAB,ZBM)/F28(LEZ,CC)			
CODE NAME : BFS-62-1 F28(UAB,ZBM)/F28(LEZ,CC)			
	EXPERIMENTAL VALUE	1.00000E+00	
	CALCULATED VALUE (C/E)	8.83000E-01	0.8830
	(ADJUSTED) (C/E)	8.97685E-01	0.8977
— CORRECTION FACTOR —			
	U-235	0.000000	
	U-238	0.000000	
	PU-239	0.000000	
	PU-240	0.000000	
	PU-241	0.000000	
	PU-242	0.000000	
COMPONENT-WISE ALTERATION OF CALCULATED VALUE			
NO.	CROSS SECTION	ALTERATION (%)	CONTRIBUTION (%)
1	949 CHI	0.00	0.00
2	6 CAP	0.00	0.00
3	8 ELA	0.01	0.32
4	8 INEL	0.00	-0.02
5	8 MU	0.47	28.03
6	11 CAP	0.00	0.13
7	11 ELA	-0.17	-10.04
8	11 INEL	0.85	51.13
9	11 MU	0.00	0.17
10	24 MU	0.01	0.36
11	26 CAP	0.00	-0.10
12	26 ELA	-0.13	-7.81
13	26 INEL	0.46	27.71
14	26 MU	0.07	3.92
15	28 MU	0.00	-0.09
16	925 CAP	0.11	6.45
17	925 FIS	-0.28	-16.90
18	925 NU	0.01	0.61
19	925 INEL	0.00	-0.02
20	928 CAP	-0.04	-2.40
21	928 FIS	-0.08	-4.90
22	928 NU	-0.03	-1.95
23	928 ELA	0.34	20.65
24	928 INEL	-1.17	-70.60
25	928 MU	1.44	86.51
26	949 CAP	0.00	0.00
27	949 FIS	0.00	0.00
28	949 NU	0.00	0.00
29	949 INEL	0.00	0.00
30	949 MU	0.00	0.00
31	940 CAP	0.00	0.00
32	940 FIS	0.00	0.00
33	940 NU	0.00	0.00
34	941 CAP	0.00	0.00
35	941 FIS	0.00	0.00
36	941 NU	0.00	0.00
37	925 CHI	-0.19	-11.18
38	819 CAP	0.00	0.00
39	859 CAP	0.00	0.00
40	889 CAP	0.00	0.00
41	899 CAP	0.00	0.00
	TOTAL	1.66	100.00
NO.	CORRECTION	ALTERATION (%)	CONTRIBUTION (%)
1	U-235	0.00	0.00
2	U-238	0.00	0.00
3	PU-239	0.00	0.00
4	PU-240	0.00	0.00
5	PU-241	0.00	0.00
6	PU-242	0.00	0.00
	TOTAL	0.00	0.00
	T O T A L	1.66	100.00

Table7.5-19 104核特性を用いた炉定数調整における核種・寄与毎内訳  
—BFS-62-1炉心：反応率分布 (F28(UAS,ZM)/F28(LEZ,CC)) —

REACTOR CHARACTERISTICS BFS-62-1 F28(UAS,ZM)/F28(LEZ,CC)			
CODE NAME : BFS-62-1 F28(UAS,ZM)/F28(LEZ,CC)			
EXPERIMENTAL VALUE	1.00000E+00		
CALCULATED VALUE (C/E)	9.38000E-01	0.9380	
(ADJUSTED) (C/E)	9.83077E-01	0.9831	
— CORRECTION FACTOR —			
U-235	0.000000		
U-238	0.000000		
PU-239	0.000000		
PU-240	0.000000		
PU-241	0.000000		
PU-242	0.000000		
COMPONENT-WISE ALTERATION OF CALCULATED VALUE			
NO.	CROSS SECTION	ALTERATION (%)	CONTRIBUTION (%)
1	949 CHI	0.00	0.00
2	6 CAP	0.00	0.00
3	8 ELA	-0.01	-0.11
4	8 INEL	0.00	-0.01
5	8 MU	1.18	24.52
6	11 CAP	0.01	0.13
7	11 ELA	-0.40	-8.40
8	11 INEL	1.95	40.54
9	11 MU	-0.01	-0.29
10	24 MU	0.02	0.35
11	26 CAP	-0.01	-0.22
12	26 ELA	-0.27	-5.57
13	26 INEL	1.72	35.84
14	26 MU	0.19	3.86
15	28 MU	0.00	-0.06
16	925 CAP	0.19	3.94
17	925 FIS	-0.87	-18.11
18	925 NU	0.02	0.49
19	925 INEL	0.01	0.29
20	928 CAP	-0.18	-3.75
21	928 FIS	-0.18	-3.65
22	928 NU	-0.04	-0.90
23	928 ELA	0.61	12.62
24	928 INEL	-1.67	-34.84
25	928 MU	2.82	58.70
26	949 CAP	0.00	0.00
27	949 FIS	0.00	0.01
28	949 NU	0.00	0.00
29	949 INEL	0.00	0.00
30	949 MU	0.00	0.00
31	940 CAP	0.00	0.00
32	940 FIS	0.00	0.00
33	940 NU	0.00	0.00
34	941 CAP	0.00	0.00
35	941 FIS	0.00	0.00
36	941 NU	0.00	0.00
37	925 CHI	-0.26	-5.40
38	819 CAP	0.00	0.00
39	859 CAP	0.00	0.00
40	889 CAP	0.00	0.00
41	899 CAP	0.00	0.00
	TOTAL	4.81	100.00
NO.	CORRECTION	ALTERATION (%)	CONTRIBUTION (%)
1	U-235	0.00	0.00
2	U-238	0.00	0.00
3	PU-239	0.00	0.00
4	PU-240	0.00	0.00
5	PU-241	0.00	0.00
6	PU-242	0.00	0.00
	TOTAL	0.00	0.00
	T O T A L	4.81	100.00

Table7.5-20 104核特性を用いた炉定数調整における核種・寄与毎内訳  
—BFS-62-1 炉心：反応率比 (F49/F25(LEZ,CC)) —

REACTOR CHARACTERISTICS EFS-62-1 F49/F25(LEZ,CC)			
CODE NAME : EFS-62-1 F49/F25(LEZ,CC)			
	EXPERIMENTAL VALUE	1.00000E+00	
	CALCULATED VALUE (C/E)	1.01200E+00	1.0120
	(ADJUSTED) (C/E)	1.01909E+00	1.0191
	-- CORRECTION FACTOR --		
	U-235	0.000000	
	U-238	0.000000	
	FU-239	0.000000	
	FU-240	0.000000	
	FU-241	0.000000	
	FU-242	0.000000	
COMPONENT-WISE ALTERATION OF CALCULATED VALUE			
NO.	CROSS SECTION	ALTERATION ( % )	CONTRIBUTION ( % )
1	949 CHI	0.00	0.00
2	6 CAP	0.00	0.00
3	8 ELA	0.00	-0.69
4	8 INEL	0.00	0.00
5	8 MU	0.01	0.95
6	11 CAP	0.00	-0.05
7	11 ELA	-0.07	-10.28
8	11 INEL	0.03	3.75
9	11 MU	0.00	-0.11
10	24 MU	0.00	-0.02
11	26 CAP	0.00	-0.39
12	26 ELA	-0.05	-7.65
13	26 INEL	0.03	4.59
14	26 MU	0.00	-0.26
15	28 MU	0.00	-0.02
16	925 CAP	0.06	8.70
17	925 FIS	-1.74	-248.65
18	925 NU	0.00	0.00
19	925 INEL	0.00	-0.10
20	928 CAP	-0.05	-6.64
21	928 FIS	0.00	0.15
22	928 NU	0.00	-0.01
23	928 ELA	0.00	0.03
24	928 INEL	-0.04	-5.96
25	928 MU	0.01	1.31
26	949 CAP	0.00	0.00
27	949 FIS	2.55	364.33
28	949 NU	0.00	0.00
29	949 INEL	0.00	0.00
30	949 MU	0.00	0.00
31	940 CAP	0.00	0.00
32	940 FIS	0.00	0.00
33	940 NU	0.00	0.00
34	941 CAP	0.00	0.00
35	941 FIS	0.00	0.00
36	941 NU	0.00	0.00
37	925 CHI	-0.02	-2.99
38	819 CAP	0.00	0.00
39	859 CAP	0.00	0.00
40	889 CAP	0.00	0.00
41	899 CAP	0.00	0.00
	TOTAL	0.70	100.00
NO.	CORRECTION	ALTERATION ( % )	CONTRIBUTION ( % )
1	U-235	0.00	0.00
2	U-238	0.00	0.00
3	FU-239	0.00	0.00
4	FU-240	0.00	0.00
5	FU-241	0.00	0.00
6	FU-242	0.00	0.00
	TOTAL	0.00	0.00
	T O T A L	0.70	100.00

Table7.5-21 104核特性を用いた炉定数調整における核種・寄与毎内訳  
—BFS-62-1 炉心：反応率比 (F28/F25(LEZ,CC)) —

REACTOR CHARACTERISTICS BFS-62-1 F28/F25(LEZ,CC)			
CODE NAME : BFS-62-1 F28/F25(LEZ,CC)			
	EXPERIMENTAL VALUE	CALCULATED VALUE (C/E)	
		(ADJUSTED) (C/E)	1.03200E+00 1.0320
			1.00770E+00 1.0077
	— CORRECTION FACTOR —		
1	U-235	0.000000	
2	U-238	0.000000	
3	FU-239	0.000000	
4	FU-240	0.000000	
5	FU-241	0.000000	
6	FU-242	0.000000	
COMPONENT-WISE ALTERATION OF CALCULATED VALUE			
NO.	CROSS SECTION	ALTERATION ( % )	CONTRIBUTION ( % )
1	949 CHI	0.00	0.00
2	6 CAP	0.00	0.00
3	8 ELA	0.00	0.04
4	8 INEL	0.00	0.01
5	8 MU	0.19	-8.10
6	11 CAP	0.00	0.03
7	11 ELA	-0.15	6.24
8	11 INEL	0.61	-25.71
9	11 MU	-0.03	1.44
10	24 MU	0.00	0.07
11	26 CAP	-0.01	0.59
12	26 ELA	-0.09	3.61
13	26 INEL	0.45	-19.14
14	26 MU	-0.03	1.22
15	28 MU	0.00	0.06
16	925 CAP	0.31	-13.11
17	925 FLS	-1.10	46.78
18	925 NU	0.00	0.00
19	925 INEL	-0.04	1.58
20	928 CAP	-0.08	3.31
21	928 FLS	-1.23	52.13
22	928 NU	0.00	0.03
23	928 ELA	0.03	-1.07
24	928 INEL	-0.65	27.42
25	928 MU	0.08	-3.56
26	949 CAP	0.00	0.00
27	949 FLS	0.00	0.00
28	949 NU	0.00	0.00
29	949 INEL	0.00	0.00
30	949 MU	0.00	0.00
31	940 CAP	0.00	0.00
32	940 FLS	0.00	0.00
33	940 NU	0.00	0.00
34	941 CAP	0.00	0.00
35	941 FLS	0.00	0.00
36	941 NU	0.00	0.00
37	925 CHI	-0.62	26.13
38	819 CAP	0.00	0.00
39	859 CAP	0.00	0.00
40	889 CAP	0.00	0.00
41	899 CAP	0.00	0.00
	TOTAL	-2.35	100.00
NO.	CORRECTION	ALTERATION ( % )	CONTRIBUTION ( % )
1	U-235	0.00	0.00
2	U-238	0.00	0.00
3	FU-239	0.00	0.00
4	FU-240	0.00	0.00
5	FU-241	0.00	0.00
6	FU-242	0.00	0.00
	TOTAL	0.00	0.00
	T O T A L	-2.35	100.00

Table7.5-22 104核特性を用いた炉定数調整における核種・寄与毎内訳  
—BFS-62-1 炉心：制御棒価値（炉中心）—

REFACTOR CHARACTERISTICS BFS-62-1 CR(CENTER) CODE NAME : BFS-62-1 CR(CENTER)			
	EXPERIMENTAL VALUE	CALCULATED VALUE (C/E)	
		(ADJUSTED) (C/E)	1.00217E+00 1.0022
		 — CORRECTION FACTOR —	
		U-235	-0.023500
		U-238	-0.551000
		FU-239	-0.391000
		FU-240	-0.016700
		FU-241	-0.017000
		FU-242	-0.000600
 COMPONENT-WISE ALTERATION OF CALCULATED VALUE			
NO.	CROSS SECTION	ALTERATION ( % )	CONTRIBUTION ( % )
1	949 CHI	0.00	0.00
2	6 CAP	0.00	0.00
3	8 ELA	-0.01	-1.76
4	8 INEL	0.00	0.01
5	8 MU	0.77	184.00
6	11 CAP	0.00	1.04
7	11 ELA	0.11	26.90
8	11 INEL	-0.02	-4.24
9	11 MU	-0.01	-1.47
10	24 MU	0.00	0.14
11	26 CAP	-0.01	-2.80
12	26 ELA	-0.04	-8.85
13	26 INEL	-0.02	-4.46
14	26 MU	0.00	0.51
15	28 MU	0.00	0.05
16	925 CAP	0.33	79.32
17	925 FIS	-2.11	-505.76
18	925 NU	0.06	15.20
19	925 INEL	0.01	1.54
20	928 CAP	-0.07	-16.82
21	928 FIS	0.24	57.34
22	928 NU	0.05	11.52
23	928 ELA	0.12	28.57
24	928 INEL	0.03	7.86
25	928 MU	0.61	145.74
26	949 CAP	0.00	-0.01
27	949 FIS	0.00	0.00
28	949 NU	0.00	0.00
29	949 INEL	0.00	0.00
30	949 MU	0.00	0.00
31	940 CAP	0.00	0.00
32	940 FIS	0.00	0.00
33	940 NU	0.00	0.00
34	941 CAP	0.00	0.00
35	941 FIS	0.00	0.00
36	941 NU	0.00	0.00
37	925 CHI	0.09	22.01
38	819 CAP	0.00	0.00
39	859 CAP	0.00	0.00
40	889 CAP	0.00	0.00
41	899 CAP	0.00	0.00
	TOTAL	0.15	35.56
NO.	CORRECTION	ALTERATION ( % )	CONTRIBUTION ( % )
1	U-235	0.03	8.38
2	U-238	0.41	99.19
3	FU-239	-0.18	-42.55
4	FU-240	0.00	-0.08
5	FU-241	0.00	-0.51
6	FU-242	0.00	0.00
	TOTAL	0.27	64.44
	T O T A L	0.42	100.00

Table7.6 86核特性による調整前後 C/E 値一覧 (1/2)

REACTOR CHARACTERISTICS		C/E VALUE		STANDARD DEVIATION (%)			
NO.		BEFORE	AFTER	VE	VM	GMG	GM'G
1	ZPPR-09 KEFF	0	0.9937 1.0018	0.04	0.31	1.59	0.25
2	ZPPR-09 F28/F49 (ICC, CC)	0	1.0035 0.9978	2.50	2.00	5.65	1.85
3	ZPPR-09 F25/F49 (ICC, CC)	0	0.9955 0.9858	2.20	1.00	3.10	1.23
4	ZPPR-09 C28/F49 (ICC, CC)	0	1.0338 0.9991	2.20	1.00	3.68	1.28
5	ZPPR-09 F41/F25 (ICM', CC)	0	1.0270 1.0080	2.00	2.00	3.75	2.12
6	ZPPR-09 F49 (ICE, CC) / F49 (ICC, CC)	0	1.0100 0.9956	1.00	1.00	1.39	0.40
7	ZPPR-09 F49 (COM, CC) / F49 (ICC, CC)	0	1.0120 0.9927	1.00	2.10	1.78	0.51
8	ZPPR-09 F28 (ICE, CC) / F28 (ICC, CC)	0	1.0330 1.0171	2.50	1.40	1.49	0.42
9	ZPPR-09 F28 (COM, CC) / F28 (ICC, CC)	0	1.0390 1.0161	2.50	3.40	2.14	0.62
10	ZPPR-09 C28 (ICE, CC) / C28 (ICC, CC)	0	1.0120 0.9992	1.00	1.00	1.38	0.40
11	ZPPR-09 C28 (COM, CC) / C28 (ICC, CC)	0	1.0150 0.9979	1.00	2.10	1.73	0.53
12	ZPPR-09 CR (P1)	0	0.9790 0.9863	1.20	2.40	4.30	1.53
13	ZPPR-09 CR (P2)	0	0.9890 0.9910	1.20	2.40	4.03	1.48
14	ZPPR-09 CR (P3)	0	1.0110 1.0048	1.20	2.40	3.77	1.45
15	ZPPR-09 CR (P4)	0	1.0160 1.0032	1.20	2.40	3.71	1.45
16	ZPPR-09 CR (P5)	0	1.0120 0.9976	1.20	2.40	3.71	1.46
17	ZPPR-09 CR (P6)	0	1.0120 0.9935	1.20	2.40	3.72	1.48
18	ZPPR-09 NAV (97D, Z=8")	0	1.0520 1.0207	2.00	9.00	8.02	4.29
19	ZPPR-09 NAV (97D, Z=20")	0	1.0380 0.9966	2.00	9.00	10.23	5.21
20	ZPPR-10A KEFF	0	0.9933 1.0010	0.04	0.31	1.56	0.25
21	ZPPR-10A F28/F49 (ICC, CC)	0	1.0054 0.9990	2.50	2.00	5.48	1.84
22	ZPPR-10A F25/F49 (ICC, CC)	0	1.0106 1.0007	2.20	1.00	3.08	1.22
23	ZPPR-10A C28/F49 (ICC, CC)	0	1.0366 1.0019	2.20	1.00	3.69	1.28
24	ZPPR-10A F49 (ICE, CC) / F49 (ICC, CC)	0	1.0040 0.9976	1.00	1.00	0.67	0.20
25	ZPPR-10A F49 (COM, CC) / F49 (ICC, CC)	0	1.0080 0.9921	1.00	2.10	1.48	0.45
26	ZPPR-10A F49 (REM, CC) / F49 (ICC, CC)	0	0.9780 0.9879	1.30	2.50	0.91	0.62
27	ZPPR-10A CR(CC)	0	1.0180 1.0196	1.20	2.40	4.16	1.50
28	ZPPR-10A CR(R1)	0	1.0340 1.0321	1.20	2.40	3.97	1.47
29	ZPPR-10A CR(R2)	0	1.0250 1.0031	1.20	2.40	3.66	1.47
30	ZPPR-10B KEFF	0	0.9924 1.0000	0.04	0.31	1.51	0.25
31	ZPPR-10B F28/F49 (ICC, CC)	0	1.0160 1.0090	2.50	2.00	5.37	1.84
32	ZPPR-10B F25/F49 (ICC, CC)	0	1.0094 0.9998	2.20	1.00	3.06	1.19
33	ZPPR-10B C28/F49 (ICC, CC)	0	1.0403 1.0065	2.20	1.00	3.80	1.32
34	ZPPR-10B F49 (ICE, CC) / F49 (ICC, CC)	0	1.0020 0.9995	1.00	1.00	0.46	0.21
35	ZPPR-10B F49 (COM, CC) / F49 (ICC, CC)	0	1.0040 0.9934	1.00	2.10	1.59	0.71
36	ZPPR-10C KEFF	0	0.9933 1.0015	0.04	0.31	1.59	0.25
37	ZPPR-10C F28/F49 (R=CC)	0	1.0136 1.0069	2.50	2.00	5.51	1.84
38	ZPPR-10C F25/F49 (R=CC)	0	1.0144 1.0046	2.20	1.00	3.08	1.21
39	ZPPR-10C C28/F49 (R=CC)	0	1.0398 1.0053	2.20	1.00	3.70	1.28
40	ZPPR-10C F49 (R=CC) / F49 (R=CC)	0	1.0040 1.0006	1.00	1.00	0.36	0.12
41	ZPPR-10C F49 (R=CC) / F49 (R=CC)	0	1.0070 0.9948	1.00	2.10	1.22	0.44
42	ZPPR-10C CR(CC)	0	1.0050 1.0005	1.20	2.40	3.94	1.47
43	ZPPR-10C CR(R1)	0	1.0230 1.0167	1.20	2.40	3.86	1.45
44	ZPPR-10C CR(R2)	0	1.0270 1.0068	1.20	2.40	3.61	1.46
45	ZPPR-17A KEFF	0	0.9944 1.0011	0.04	0.31	1.51	0.25
46	ZPPR-17A F28/F49 (ICC, ZCM)	0	0.9967 0.9878	2.50	2.00	4.98	1.84
47	ZPPR-17A F28/F49 (IEC, ZEM)	0	1.0071 1.0065	2.50	3.00	9.34	2.75
48	ZPPR-17A F25/F49 (ICC, ZCM)	0	0.9980 0.9881	2.20	1.00	3.05	1.20
49	ZPPR-17A F25/F49 (IEC, ZEM)	0	1.0010 0.9908	2.20	2.00	2.98	1.42
50	ZPPR-17A C28/F49 (ICC, ZCM)	0	1.0207 0.9862	2.20	1.00	3.71	1.31
51	ZPPR-17A C28/F49 (IEC, ZEM)	0	1.0183 0.9741	2.20	2.00	3.44	1.37
52	ZPPR-17A F49 (ICE, ZCM) / F49 (ICC, ZCM)	0	1.0030 0.9969	1.00	1.00	0.82	0.30
53	ZPPR-17A F49 (COM, ZCM) / F49 (ICC, ZCM)	0	1.0050 0.9922	1.00	2.10	1.61	0.57
54	ZPPR-17A F49 (REM, ZCM) / F49 (ICC, ZCM)	0	0.9530 0.9761	1.00	2.50	1.44	0.94
55	ZPPR-17A F49 (IEC, ZEM) / F49 (ICC, ZCM)	0	0.9380 0.9660	1.00	2.50	1.83	0.89
56	ZPPR-17A F49 (IEE, ZEM) / F49 (ICC, ZCM)	0	0.9530 0.9720	1.00	2.50	1.25	0.84
57	ZPPR-17A F49 (COM, ZEM) / F49 (ICC, ZCM)	0	1.0100 0.9969	1.00	2.10	1.67	0.59
58	ZPPR-17A F49 (REM, ZEM) / F49 (ICC, ZCM)	0	0.9470 0.9690	1.00	2.50	1.43	0.73
59	ZPPR-17A F28 (ICE, ZCM) / F28 (ICC, ZCM)	0	0.9950 0.9892	2.50	1.40	0.79	0.30
60	ZPPR-17A F28 (COM, ZCM) / F28 (ICC, ZCM)	0	0.9920 0.9804	2.50	3.40	1.47	0.53
61	ZPPR-17A F28 (REM, ZCM) / F28 (ICC, ZCM)	0	0.8500 0.8878	10.00	5.20	8.47	3.58
62	ZPPR-17A F28 (IEC, ZEM) / F28 (ICC, ZCM)	0	0.9600 0.9967	4.00	5.20	5.67	2.07
63	ZPPR-17A F28 (IEE, ZEM) / F28 (ICC, ZCM)	0	0.9710 1.0004	4.00	5.20	5.24	2.04
64	ZPPR-17A F28 (COM, ZEM) / F28 (ICC, ZCM)	0	1.0170 1.0049	2.50	3.40	1.53	0.55

Table7.6 86核特性による調整前後 C/E 値一覧 (2/2)

65 ZPPR-17A	F28(ABM,ZEM)/F28(ICC,ZCM)	0	0.9020	0.9244	5.00	5.20	3.96	1.49
66 ZPPR-17A	CR(CC)	0	0.9880	0.9957	1.20	2.40	4.74	1.68
67 ZPPR-17A	NAV(52D,CORE)	0	1.1200	1.0750	3.50	9.00	12.79	6.54
68 ZPPR-17A	NAV(52D,IB)	0	0.9110	0.9322	4.00	9.00	6.54	3.48
69 ZPPR-19B	KEFF	0	0.9950	1.0030	0.04	0.31	1.57	0.24
70 ZPPR-19B	F28/F49(ICC,ZCC)	0	1.0000	0.9943	2.50	2.00	5.63	1.87
71 ZPPR-19B	F25/F49(ICC,ZCC)	0	1.0050	0.9956	2.20	1.00	3.12	1.21
72 ZPPR-19B	C28/F49(ICC,ZCC)	0	1.0310	0.9979	2.20	1.00	3.81	1.32
73 ZPPR-19B	F49(ICE,ZCC)/F49(ICC,ZCC)	0	1.0120	0.9968	1.00	1.00	3.31	0.53
74 ZPPR-19B	F49(ZCM,ZCC)/F49(ICC,ZCC)	0	1.0160	0.9910	1.00	2.10	5.42	0.89
75 ZPPR-19B	CR(R1)	0	0.9470	0.9621	1.20	2.40	5.83	1.54
76 ZPPR-19B	CR(R2)	0	0.9750	0.9680	1.20	2.40	3.34	1.35
77 ZPPR-19B	CR(R3)	0	1.0110	0.9833	1.20	2.40	5.76	1.51
78 ZPPR-13A	KEFF	0	0.9960	1.0021	0.04	0.31	1.50	0.25
79 ZPPR-13A	F25/F49(EL1,CC)	0	1.0190	1.0083	2.20	2.00	3.18	1.47
80 ZPPR-13A	F25/F49(FRL,CC)	0	1.0090	0.9992	2.20	1.00	3.03	1.18
81 ZPPR-13A	C28/F49(EL1,CC)	0	1.0401	0.9944	2.20	2.00	3.56	1.43
82 ZPPR-13A	C28/F49(FRL,CC)	0	1.0239	0.9902	2.20	1.00	3.84	1.37
83 BFS-62-1	KEFF	0	0.9942	0.9979	0.04	0.31	1.82	0.26
84 BFS-62-1	F49/F25(LEZ,CC)	0	1.0120	1.0195	2.12	1.00	2.75	0.97
85 BFS-62-1	F28/F25(LEZ,CC)	0	1.0320	1.0202	1.83	2.00	5.34	2.06
86 BFS-62-1	CR(CENTER)	0	0.9980	1.0048	1.20	2.40	4.26	1.75

Table7.7-1 86核特性を用いた炉定数調整における核種・寄与毎内訳  
—BFS-62-1 炉心：臨界性—

REACTOR CHARACTERISTICS	BFS-62-1	KEFF
CODE NAME :	BFS-62-1 KEFF	
EXPERIMENTAL VALUE	1.00000E+00	
CALCULATED VALUE (C/E)	9.94160E-01	0.9942
(ADJUSTED)	(C/E)	9.97876E-01
		0.9979

-- CORRECTION FACTOR --

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

COMPONENT-WISE ALTERATION OF CALCULATED VALUE			
NO.	CROSS SECTION	ALTERATION ( % )	CONTRIBUTION ( % )
1	949 CHI	0.00	0.00
2	6 CAP	0.00	0.00
3	8 ELA	0.00	0.09
4	8 INEL	0.00	0.00
5	8 MU	-0.02	-4.89
6	11 CAP	0.00	0.25
7	11 ELA	0.03	7.62
8	11 INEL	0.01	3.83
9	11 MU	-0.02	-4.05
10	24 MU	0.00	-0.18
11	26 CAP	0.01	3.44
12	26 ELA	0.02	4.30
13	26 INEL	0.00	0.87
14	26 MU	-0.02	-4.90
15	28 MU	0.00	-0.05
16	925 CAP	-0.27	-71.43
17	925 FIS	0.34	91.43
18	925 NU	0.04	10.16
19	925 INEL	0.00	-0.36
20	928 CAP	0.39	104.50
21	928 FIS	-0.14	-36.46
22	928 NU	0.01	3.07
23	928 ELA	0.00	-0.13
24	928 INEL	0.08	22.45
25	928 MU	-0.07	-19.17
26	949 CAP	0.00	0.00
27	949 FIS	0.00	0.00
28	949 NU	0.00	0.00
29	949 INEL	0.00	0.00
30	949 MU	0.00	0.00
31	940 CAP	0.00	0.00
32	940 FIS	0.00	0.00
33	940 NU	0.00	0.00
34	941 CAP	0.00	0.00
35	941 FIS	0.00	0.00
36	941 NU	0.00	0.00
37	925 CHI	-0.04	-10.40
38	819 CAP	0.00	0.00
39	859 CAP	0.00	0.00
40	889 CAP	0.00	0.00
41	899 CAP	0.00	0.00
	TOTAL	0.37	100.00
NO.	CORRECTION	ALTERATION ( % )	CONTRIBUTION ( % )
1	U-235	0.00	0.00
2	U-238	0.00	0.00
3	FU-239	0.00	0.00
4	FU-240	0.00	0.00
5	FU-241	0.00	0.00
6	FU-242	0.00	0.00
	T O T A L	0.37	100.00

Table7.7-2 86核特性を用いた炉定数調整における核種・寄与毎内訳  
—BFS-62-1 炉心：反応率比 (F49/F25(LEZ,CC))—

REACTOR CHARACTERISTICS BFS-62-1 F49/F25(LEZ,CC)			
CODE NAME : BFS-62-1 F49/F25(LEZ,CC)			
	EXPERIMENTAL VALUE	1.00000E+00	
	CALCULATED VALUE (C/E)	1.01200E+00	1.0120
	(ADJUSTED) (C/E)	1.01955E+00	1.0195
-- CORRECTION FACTOR --			
	U-235	0.000000	
	U-238	0.000000	
	PU-239	0.000000	
	PU-240	0.000000	
	PU-241	0.000000	
	PU-242	0.000000	
COMPONENT-WISE ALTERATION OF CALCULATED VALUE			
NO.	CROSS SECTION	ALTERATION (%)	CONTRIBUTION (%)
1	949 CHI	0.00	0.00
2	6 CAP	0.00	0.00
3	8 ELA	0.00	0.03
4	8 INEL	0.00	0.00
5	8 MU	0.00	0.06
6	11 CAP	0.00	-0.02
7	11 ELA	-0.02	-2.28
8	11 INEL	0.01	1.26
9	11 MU	0.00	-0.01
10	24 MU	0.00	0.00
11	26 CAP	0.00	-0.52
12	26 ELA	0.00	-0.12
13	26 INEL	0.00	0.30
14	26 MU	0.00	0.02
15	28 MU	0.00	0.00
16	925 CAP	0.07	9.63
17	925 FIS	-0.61	-81.65
18	925 NU	0.00	-0.02
19	925 INEL	0.00	-0.20
20	928 CAP	-0.11	-14.42
21	928 FIS	0.00	0.21
22	928 NU	0.00	0.01
23	928 ELA	0.00	0.07
24	928 INEL	0.06	7.65
25	928 MU	0.00	0.56
26	949 CAP	0.00	0.00
27	949 FIS	1.35	181.49
28	949 NU	0.00	0.00
29	949 INEL	0.00	0.00
30	949 MU	0.00	0.00
31	940 CAP	0.00	0.00
32	940 FIS	0.00	0.00
33	940 NU	0.00	0.00
34	941 CAP	0.00	0.00
35	941 FIS	0.00	0.00
36	941 NU	0.00	0.00
37	925 CHI	-0.02	-2.05
38	819 CAP	0.00	0.00
39	859 CAP	0.00	0.00
40	889 CAP	0.00	0.00
41	899 CAP	0.00	0.00
	TOTAL	0.75	100.00
NO.	CORRECTION	ALTERATION (%)	CONTRIBUTION (%)
1	U-235	0.00	0.00
2	U-238	0.00	0.00
3	PU-239	0.00	0.00
4	PU-240	0.00	0.00
5	PU-241	0.00	0.00
6	PU-242	0.00	0.00
	TOTAL	0.00	0.00
	T O T A L	0.75	100.00

Table7.7-3 86核特性を用いた炉定数調整における核種・寄与毎内訳  
 —BFS-62-1 炉心：反応率比 (F28/F25(LEZ, CC))—

REACTOR CHARACTERISTICS		BFS-62-1 F28/F25 (LEZ, CC)	
CODE NAME :		BFS-62-1 F28/F25 (LEZ, CC)	
EXPERIMENTAL VALUE		1.00000E+00	
CALCULATED VALUE (C/E)	(ADJUSTED)	1.03200E+00 1.0320 1.02021E+00 1.0202	
<b>— CORRECTION FACTOR —</b>			
U-235		0.000000	
U-238		0.000000	
FU-239		0.000000	
FU-240		0.000000	
FU-241		0.000000	
FU-242		0.000000	
<b>COMPONENT-WISE ALTERATION OF CALCULATED VALUE</b>			
NO.	CROSS SECTION	ALTERATION ( % )	CONTRIBUTION ( % )
1	949 CHI	0.00	0.00
2	6 CAP	0.00	0.00
3	8 ELA	0.00	-0.03
4	8 INEL	0.00	-0.01
5	8 MU	0.01	-1.01
6	11 CAP	0.00	-0.01
7	11 ELA	-0.05	4.06
8	11 INEL	0.25	-21.56
9	11 MU	0.01	-1.19
10	24 MU	0.00	0.02
11	26 CAP	-0.01	1.24
12	26 ELA	-0.02	1.47
13	26 INEL	0.03	-2.81
14	26 MU	0.01	-0.79
15	28 MU	0.00	0.00
16	925 CAP	0.31	-26.71
17	925 FLS	-0.39	33.75
18	925 NU	0.00	0.07
19	925 INEL	-0.02	1.85
20	928 CAP	-0.43	37.84
21	928 FLS	-1.78	155.77
22	928 NU	0.00	-0.03
23	928 ELA	0.01	-0.44
<u>24</u>	<u>928 INEL</u>	<u>1.34</u>	<u>-117.55</u>
25	928 MU	0.04	-3.30
26	949 CAP	0.00	0.00
27	949 FLS	0.00	0.00
28	949 NU	0.00	0.00
29	949 INEL	0.00	0.00
30	949 MU	0.00	0.00
31	940 CAP	0.00	0.00
32	940 FLS	0.00	0.00
33	940 NU	0.00	0.00
34	941 CAP	0.00	0.00
35	941 FLS	0.00	0.00
36	941 NU	0.00	0.00
<u>37</u>	<u>925 CHI</u>	<u>-0.45</u>	<u>39.37</u>
38	819 CAP	0.00	0.00
39	859 CAP	0.00	0.00
40	889 CAP	0.00	0.00
41	899 CAP	0.00	0.00
	TOTAL	-1.14	100.00
NO.	CORRECTION	ALTERATION ( % )	CONTRIBUTION ( % )
1	U-235	0.00	0.00
2	U-238	0.00	0.00
3	FU-239	0.00	0.00
4	FU-240	0.00	0.00
5	FU-241	0.00	0.00
6	FU-242	0.00	0.00
	TOTAL	0.00	0.00
	TO T A L	-1.14	100.00

Table7.7-4 86核特性を用いた炉定数調整における核種・寄与毎内訳  
—BFS-62-1 炉心：制御棒価値（炉中心）—

REACTOR CHARACTERISTICS	BFS-62-1 CR(CENTER)
EXPERIMENTAL VALUE	1.00000E+00
CALCULATED VALUE (C/E)	9.98000E-01
(ADJUSTED) (C/E)	1.00483E+00
	0.9980
	1.0048

-- CORRECTION FACTOR --	
U-235	-0.023500
U-238	-0.551000
FU-239	-0.391000
FU-240	-0.016700
FU-241	-0.017000
FU-242	-0.000600

NO.	COMPONENT-WISE ALTERATION OF CALCULATED VALUE		CONTRIBUTION (%)
	CROSS SECTION	ALTERATION (%)	
1	949 CHI	0.00	0.00
2	6 CAP	0.00	0.00
3	8 ELA	0.00	0.14
4	8 INEL	0.00	0.00
5	8 MU	0.07	10.67
6	11 CAP	0.00	0.21
7	11 ELA	0.04	6.12
8	11 INEL	-0.01	-1.17
9	11 MU	0.01	1.37
10	24 MU	0.00	0.12
11	26 CAP	0.09	12.45
12	26 ELA	-0.08	-12.16
13	26 INEL	0.00	-0.17
14	26 MU	0.02	2.32
15	28 MU	0.00	0.02
16	925 CAP	-0.07	-10.40
17	925 FIS	-0.24	-35.25
18	925 NU	-0.06	-8.09
19	925 INEL	0.00	0.30
20	928 CAP	0.95	138.84
21	928 FIS	0.34	49.97
22	928 NU	-0.02	-3.14
23	928 ELA	0.00	0.09
24	928 INEL	-0.11	-15.74
25	928 MU	0.28	40.39
26	949 CAP	0.00	-0.01
27	949 FIS	0.00	0.00
28	949 NU	0.00	0.00
29	949 INEL	0.00	0.00
30	949 MU	0.00	0.00
31	940 CAP	0.00	0.00
32	940 FIS	0.00	0.00
33	940 NU	0.00	0.00
34	941 CAP	0.00	0.00
35	941 FIS	0.00	0.00
36	941 NU	0.00	0.00
37	925 CHI	0.07	9.79
38	819 CAP	0.00	0.00
39	859 CAP	0.00	0.00
40	889 CAP	0.00	0.00
41	899 CAP	0.00	0.00
	TOTAL	1.28	186.68
NO.	CORRECTION	ALTERATION (%)	CONTRIBUTION (%)
1	U-235	0.03	4.84
2	U-238	-0.17	-24.93
3	FU-239	-0.45	-66.12
4	FU-240	0.00	-0.12
5	FU-241	0.00	-0.34
6	FU-242	0.00	0.00
	TOTAL	-0.59	-86.68
	T O T A L	0.68	100.00

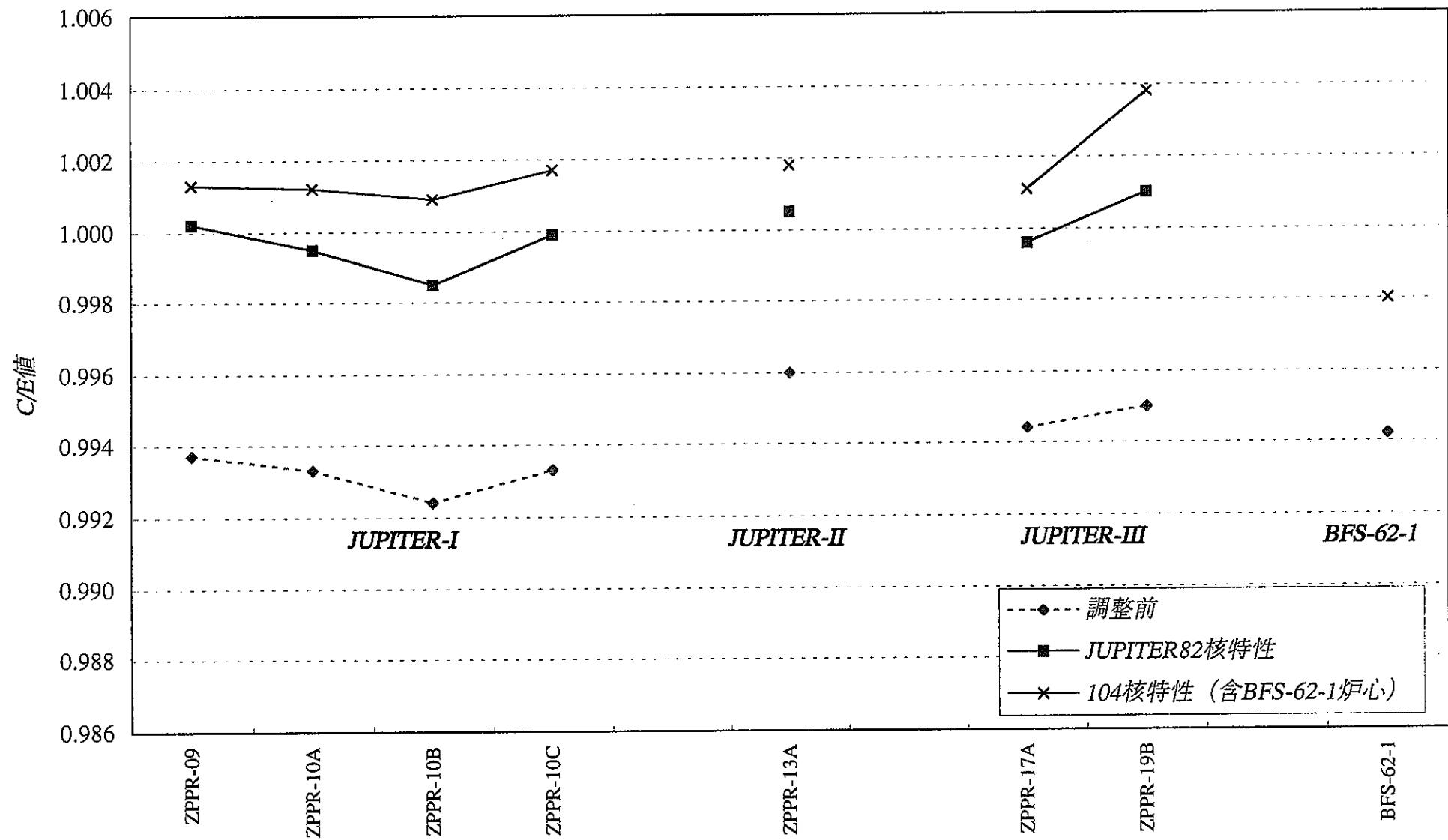


Fig.7.1-1 104核特性及びJUPITER82核特性での炉定数調整前後C/E値の比較（臨界性）

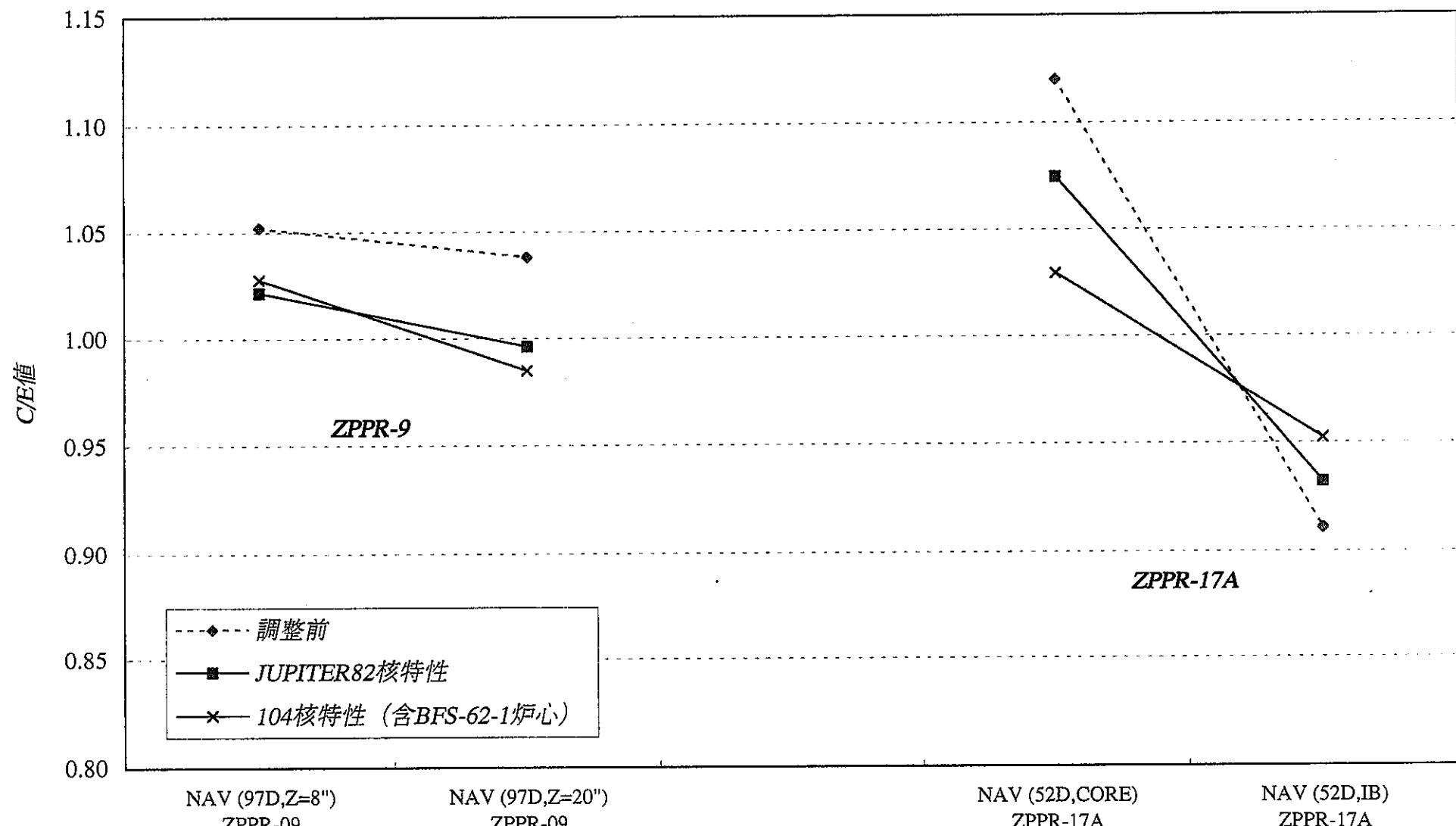


Fig.7.1-2 104核特性及びJUPITER82核特性での炉定数調整前後C/E値の比較 (Naポイド反応度)

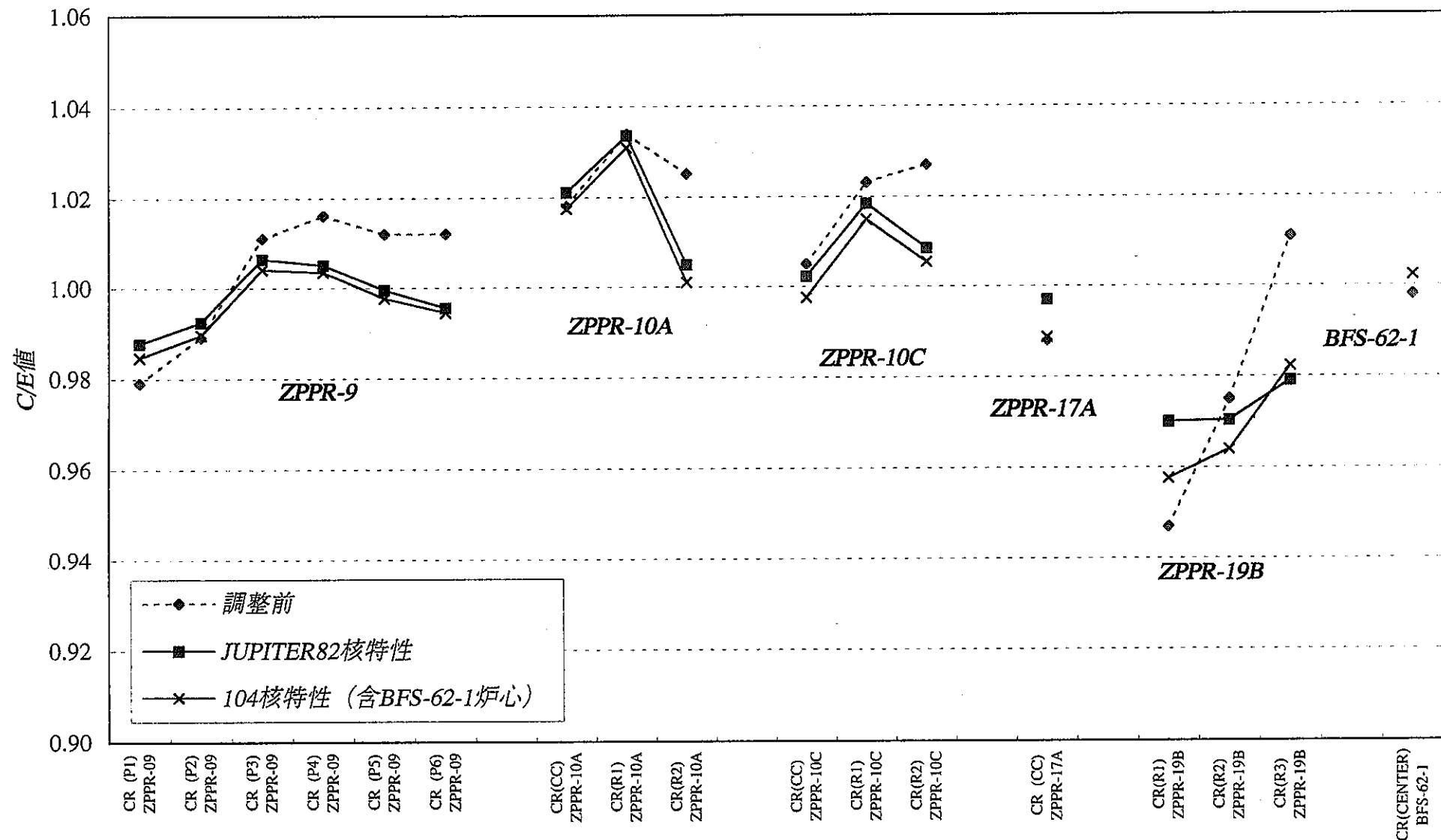


Fig.7.1-3 104核特性及びJUPITER82核特性での炉定数調整前後C/E値の比較（制御棒価値）

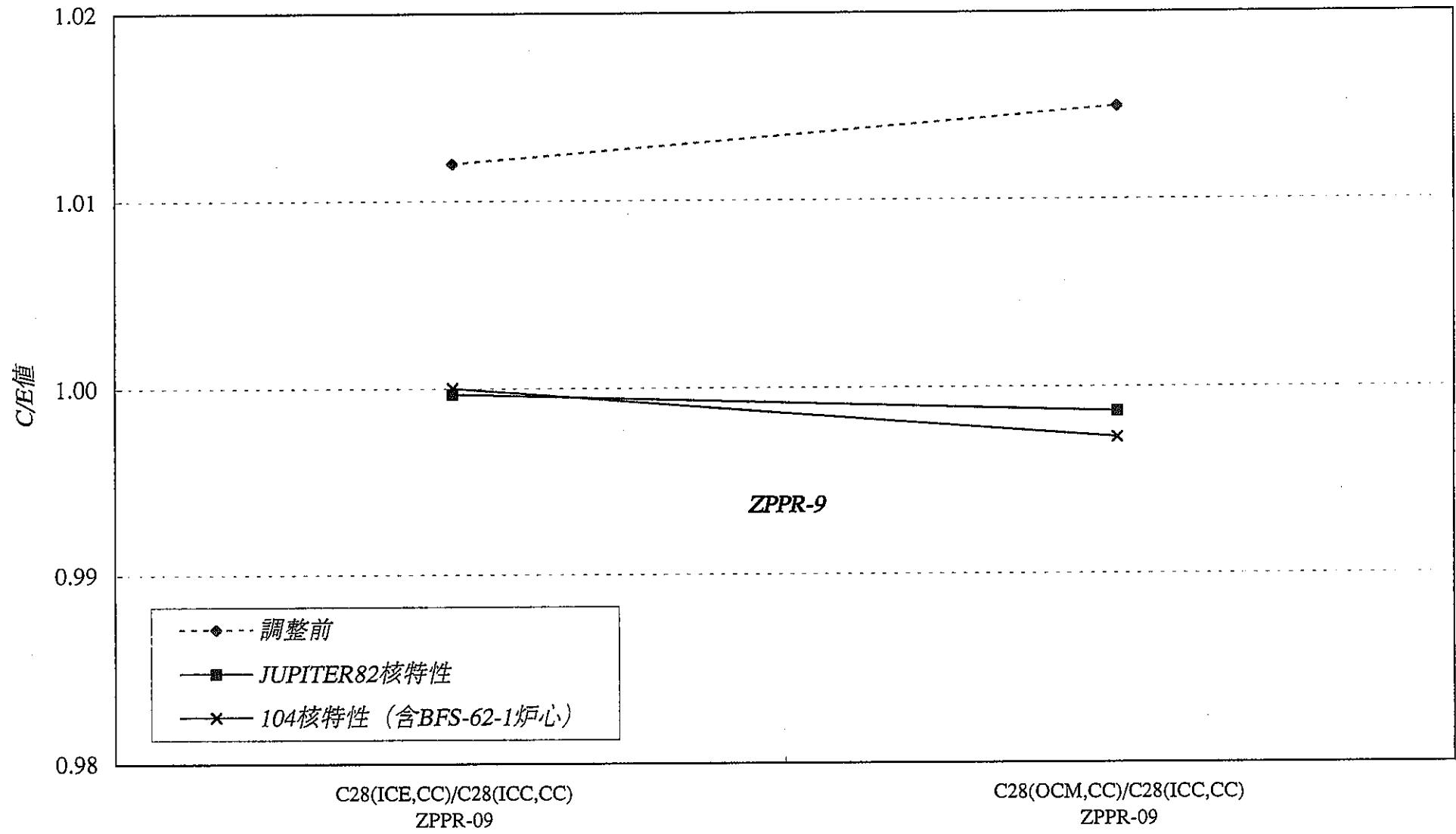


Fig.7.1-4 104核特性及びJUPITER82核特性での炉定数調整前後C/E値の比較 (C28反応率分布)

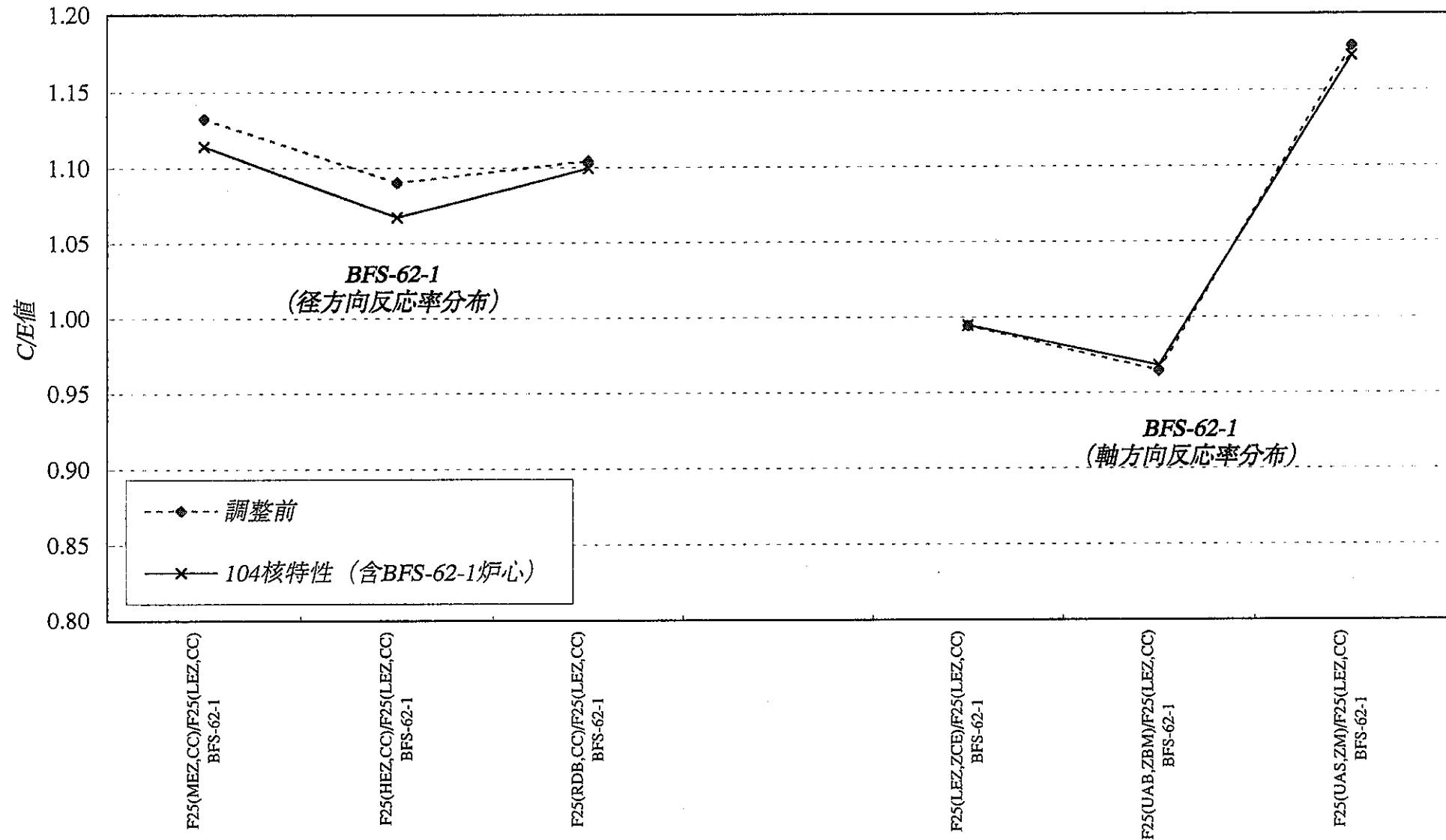


Fig.7.1-5 104核特性及びJUPITER82核特性での炉定数調整前後C/E値の比較 (F25反応率分布)

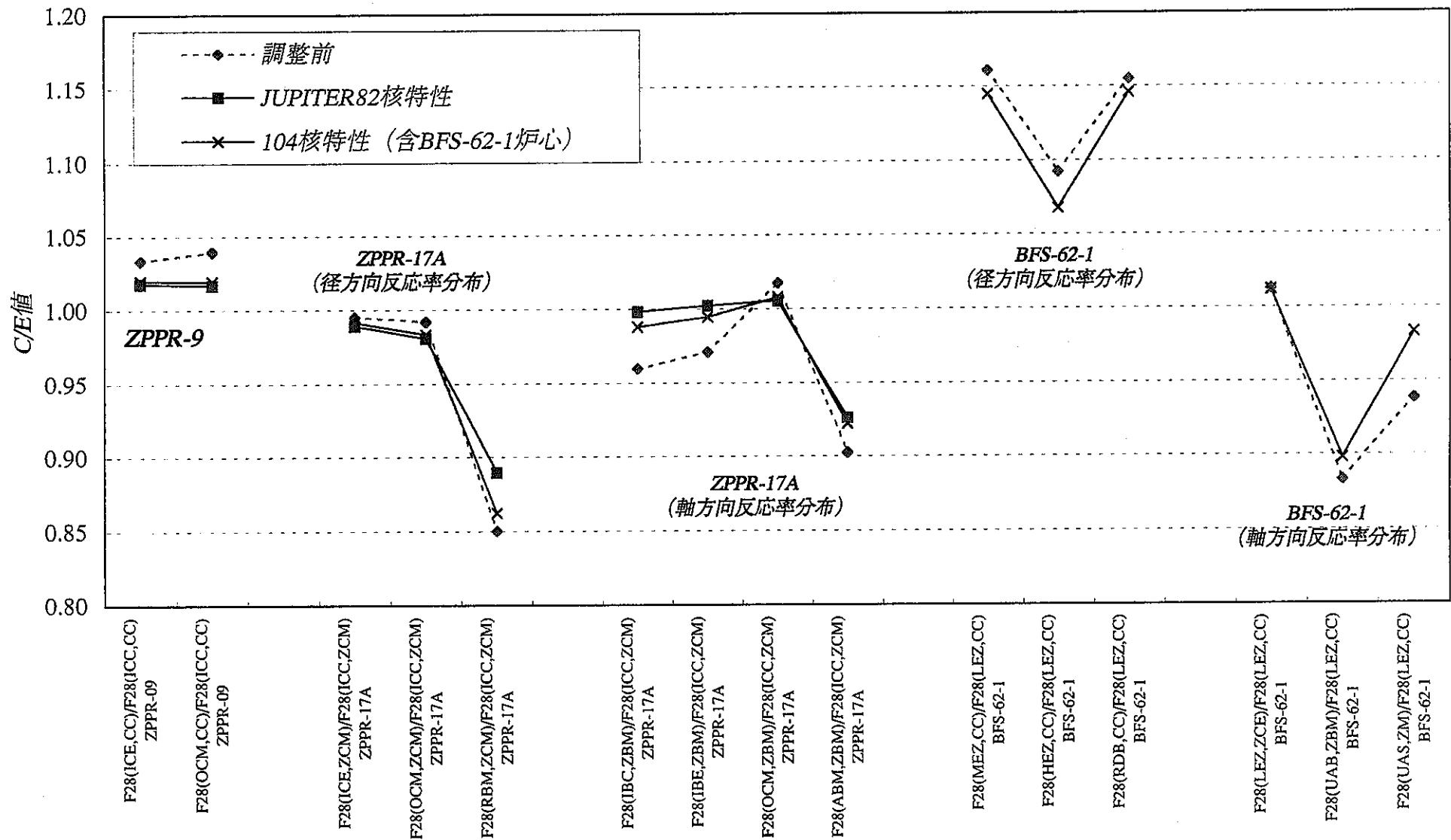


Fig. 7.1-6 104核特性及びJUPITER82核特性での炉定数調整前後C/E値の比較 (F28反応率分布)

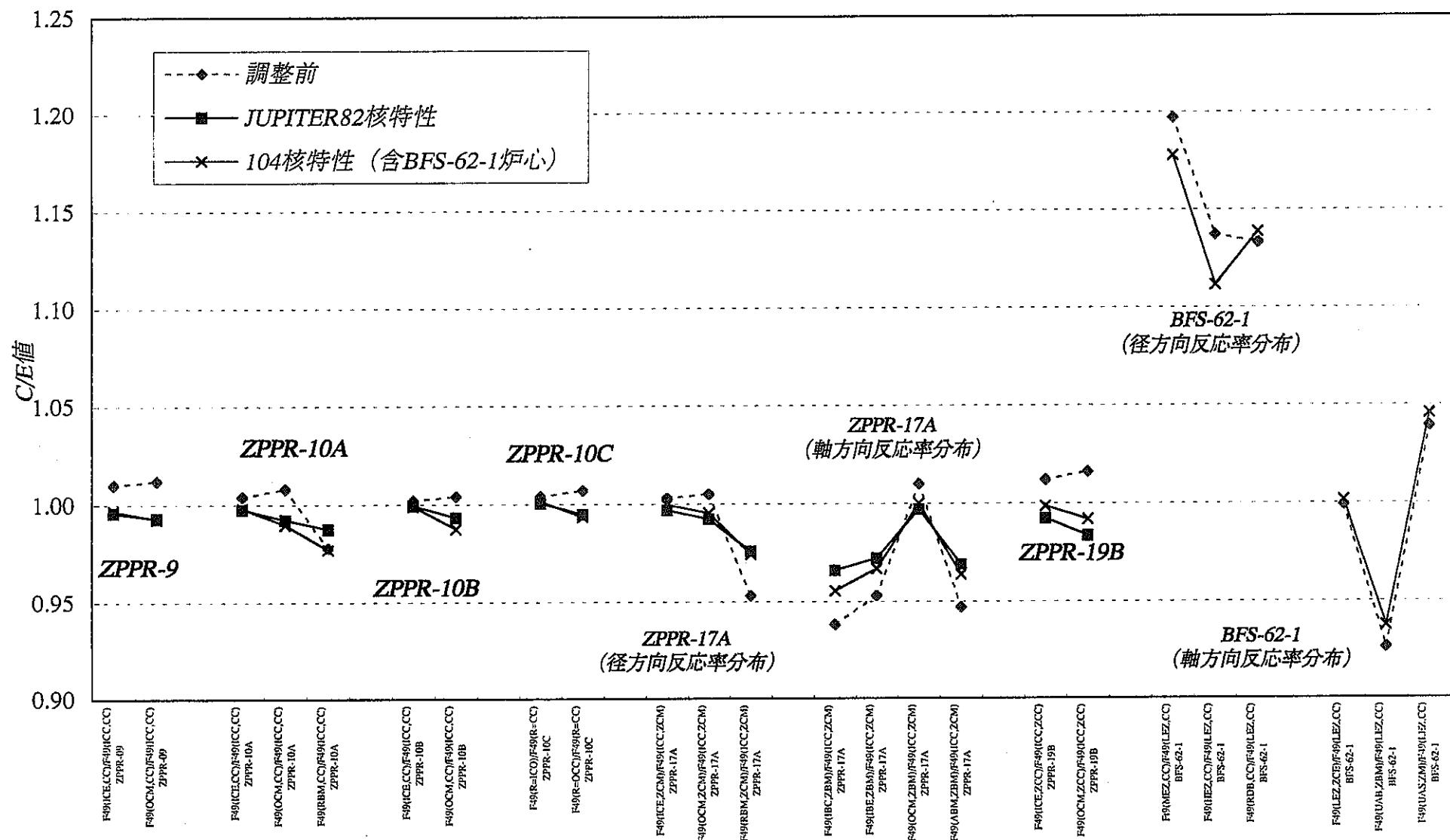


Fig.7.1-7 104核特性及びJUPITER82核特性での炉定数調整前後C/E値の比較 (F49反応率分布)

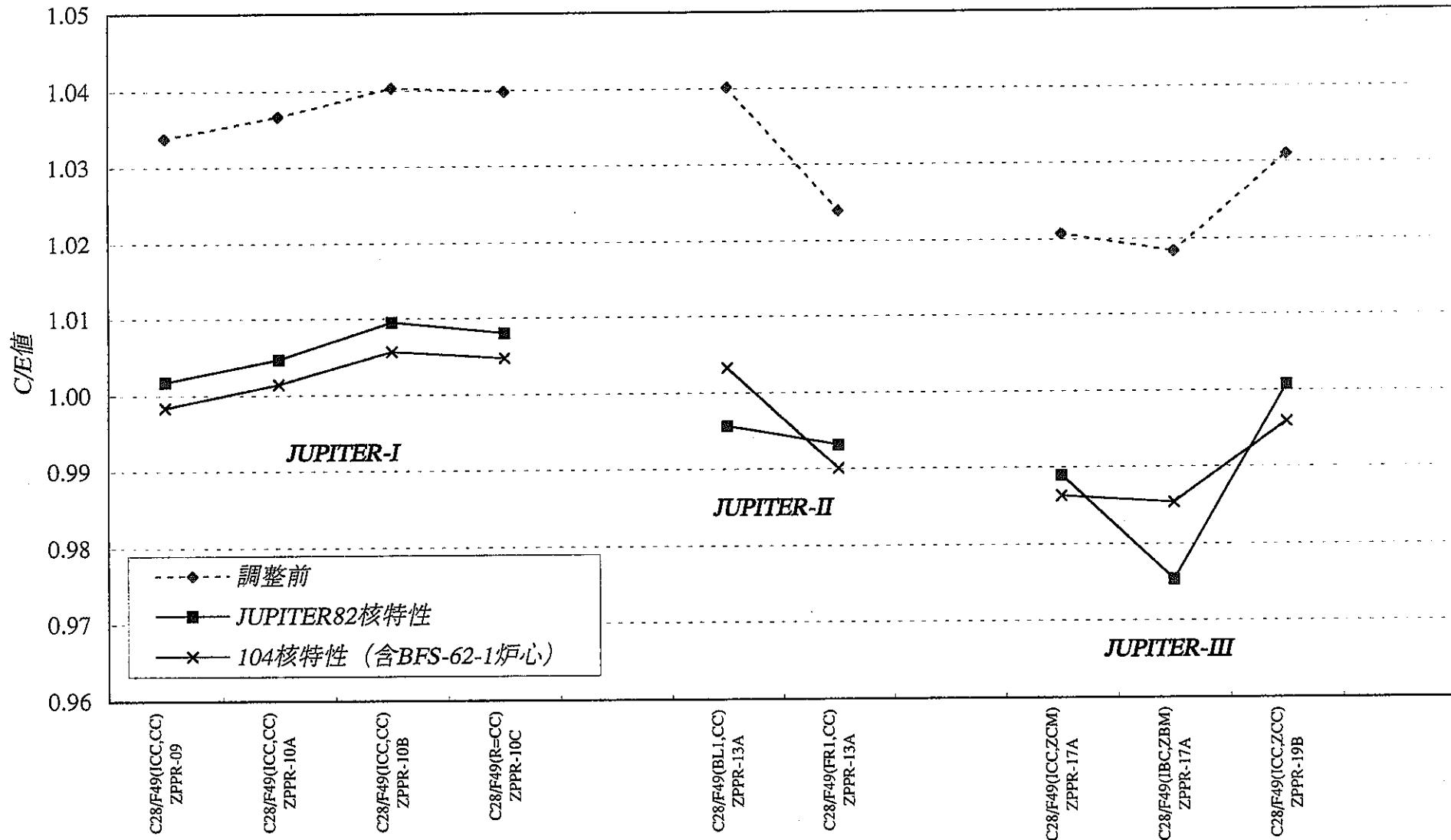


Fig.7.1-8 104核特性及びJUPITER82核特性での炉定数調整前後C/E値の比較 (C28/F49反応率比)

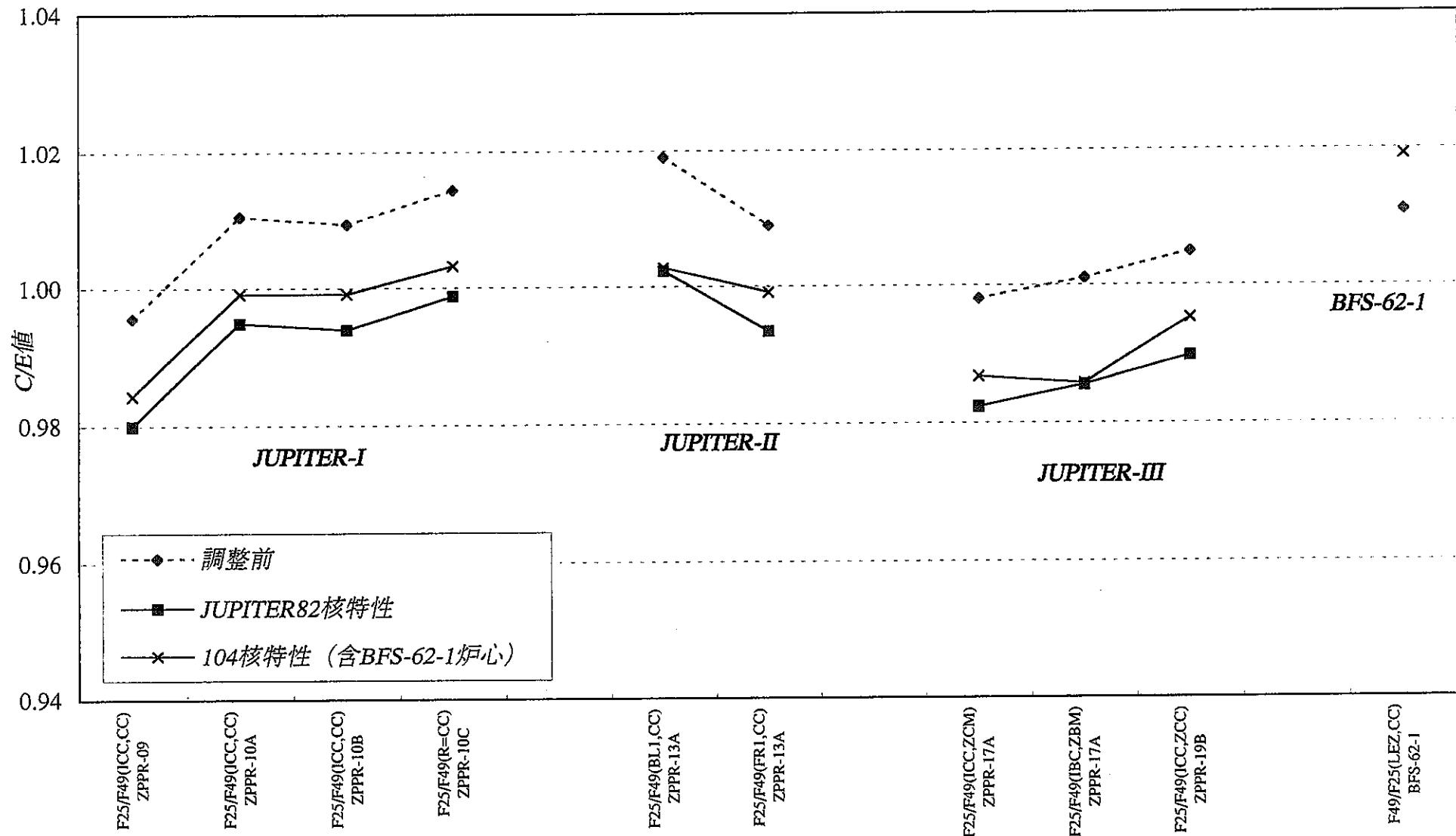


Fig.7.1-9 104核特性及びJUPITER82核特性での炉定数調整前後 $C/E$ 値の比較 (F25/F49反応率比)

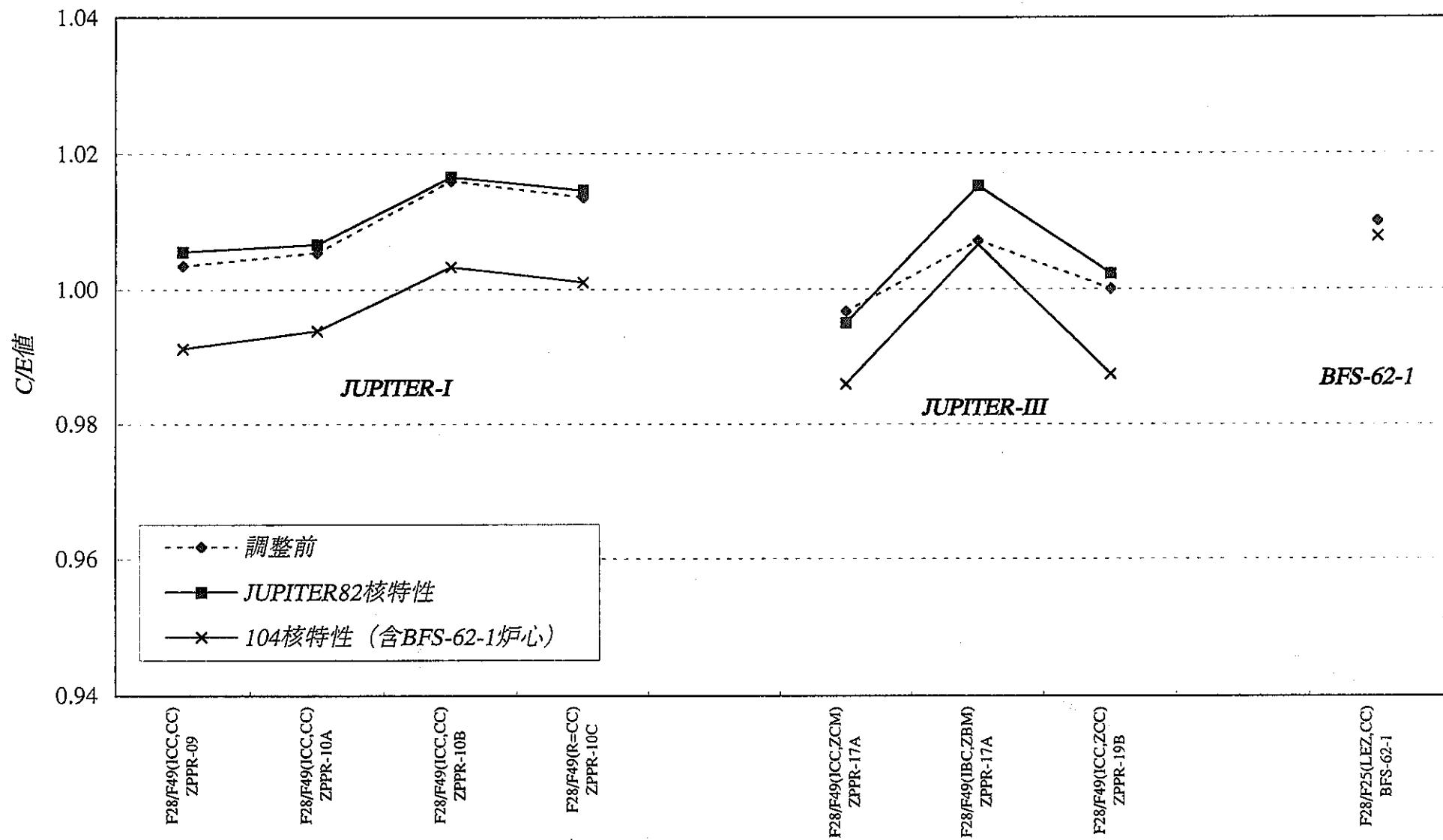


Fig.7.1-10 104核特性及びJUPITER82核特性での炉定数調整前後C/E値の比較 (F28/F49反応率比)

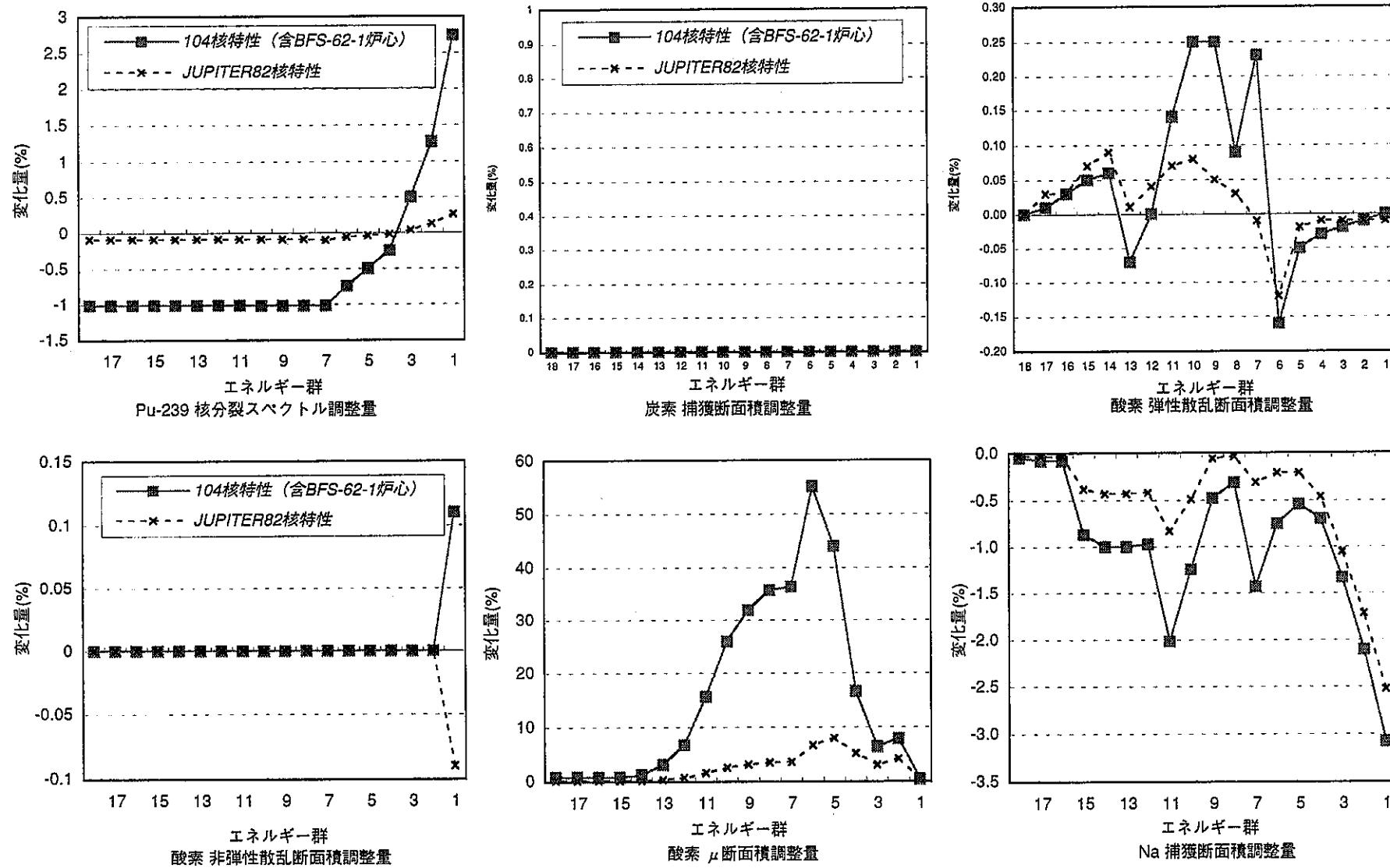


Fig.7.2 104核特性及びJUPITER82核特性での断面積調整量の比較 (1/7)

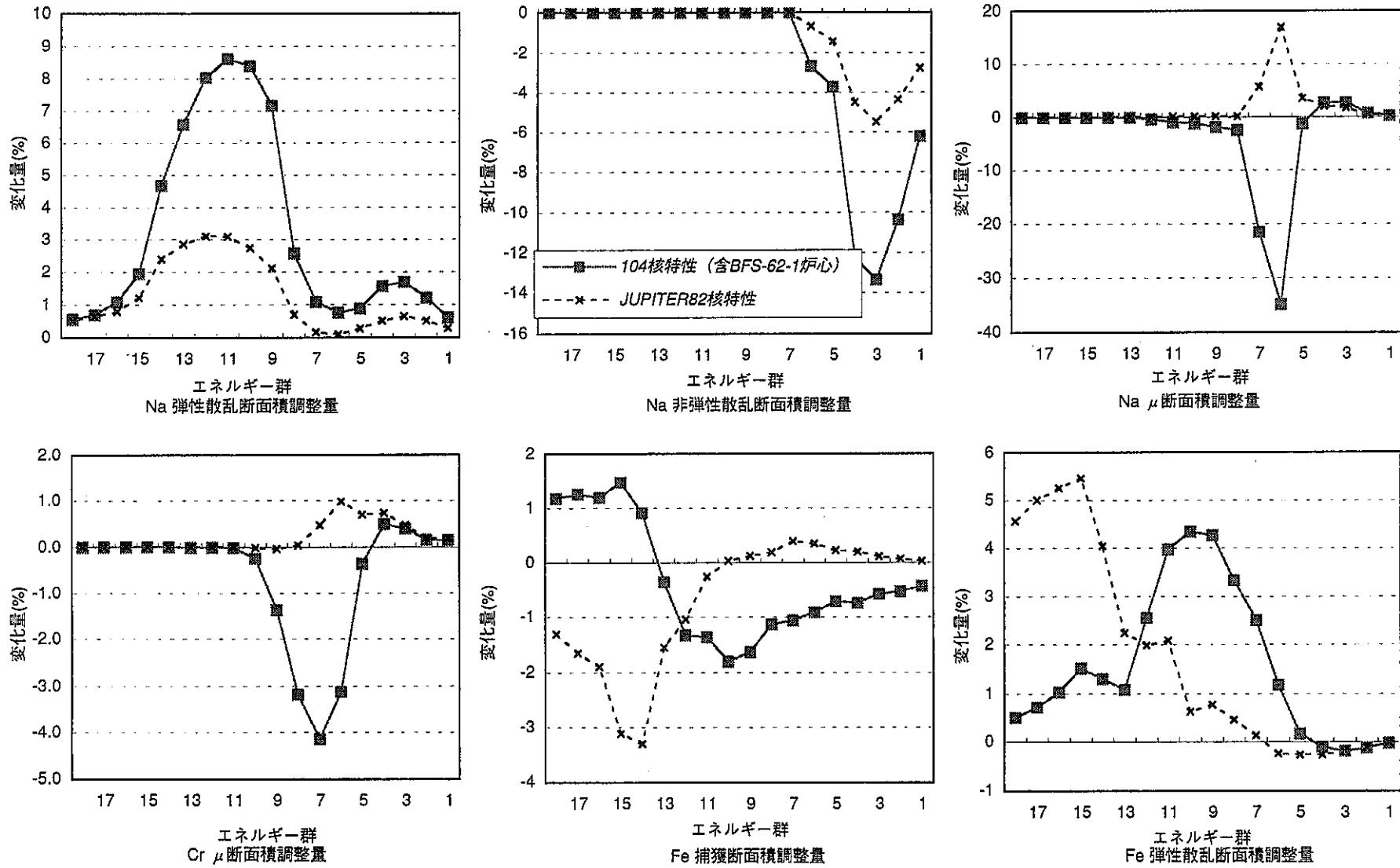


Fig.7.2 104核特性及びJUPITER82核特性での断面積調整量の比較 (2/7)

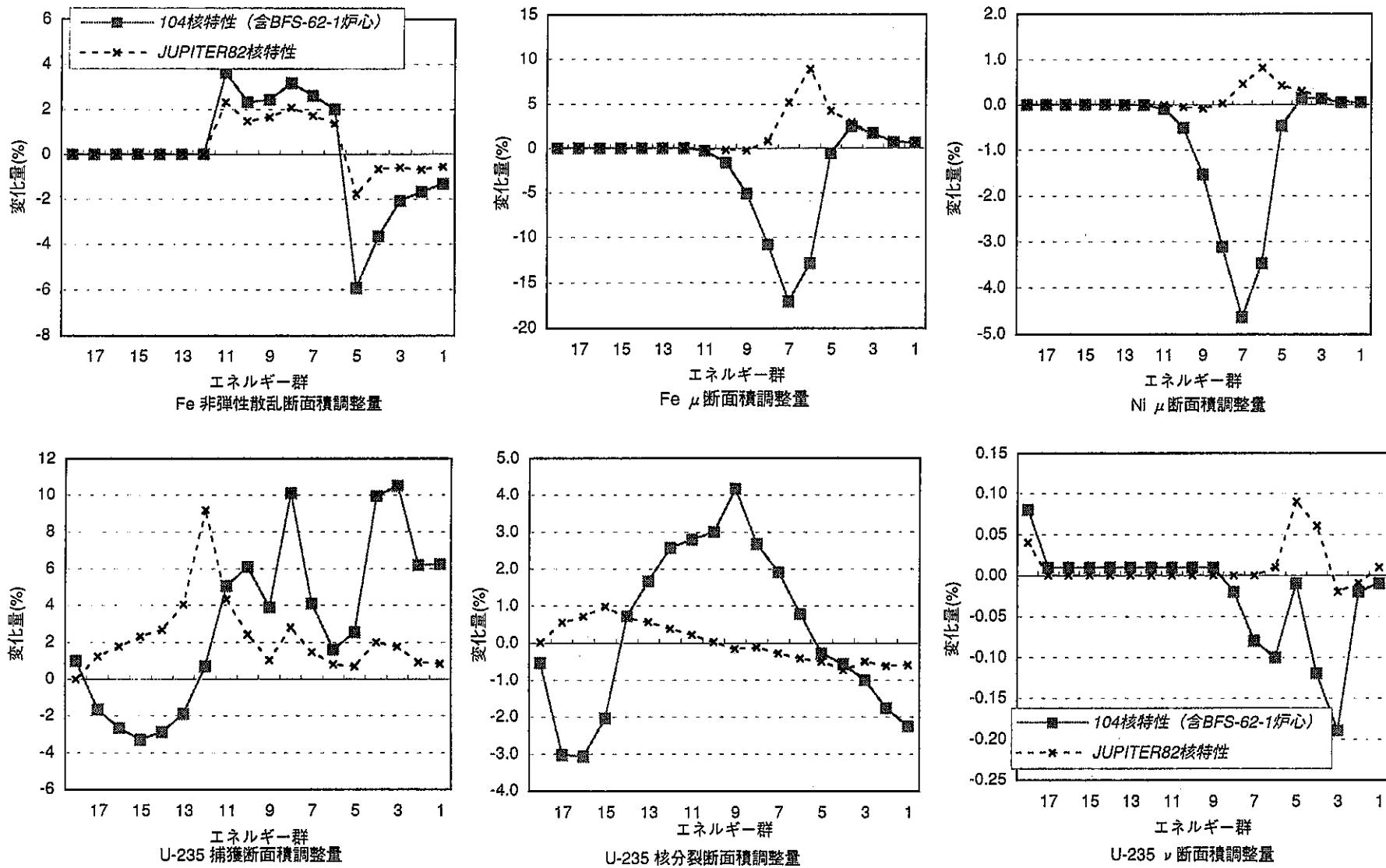


Fig.7.2 104核特性及びJUPITER82核特性での断面積調整量の比較 (3/7)

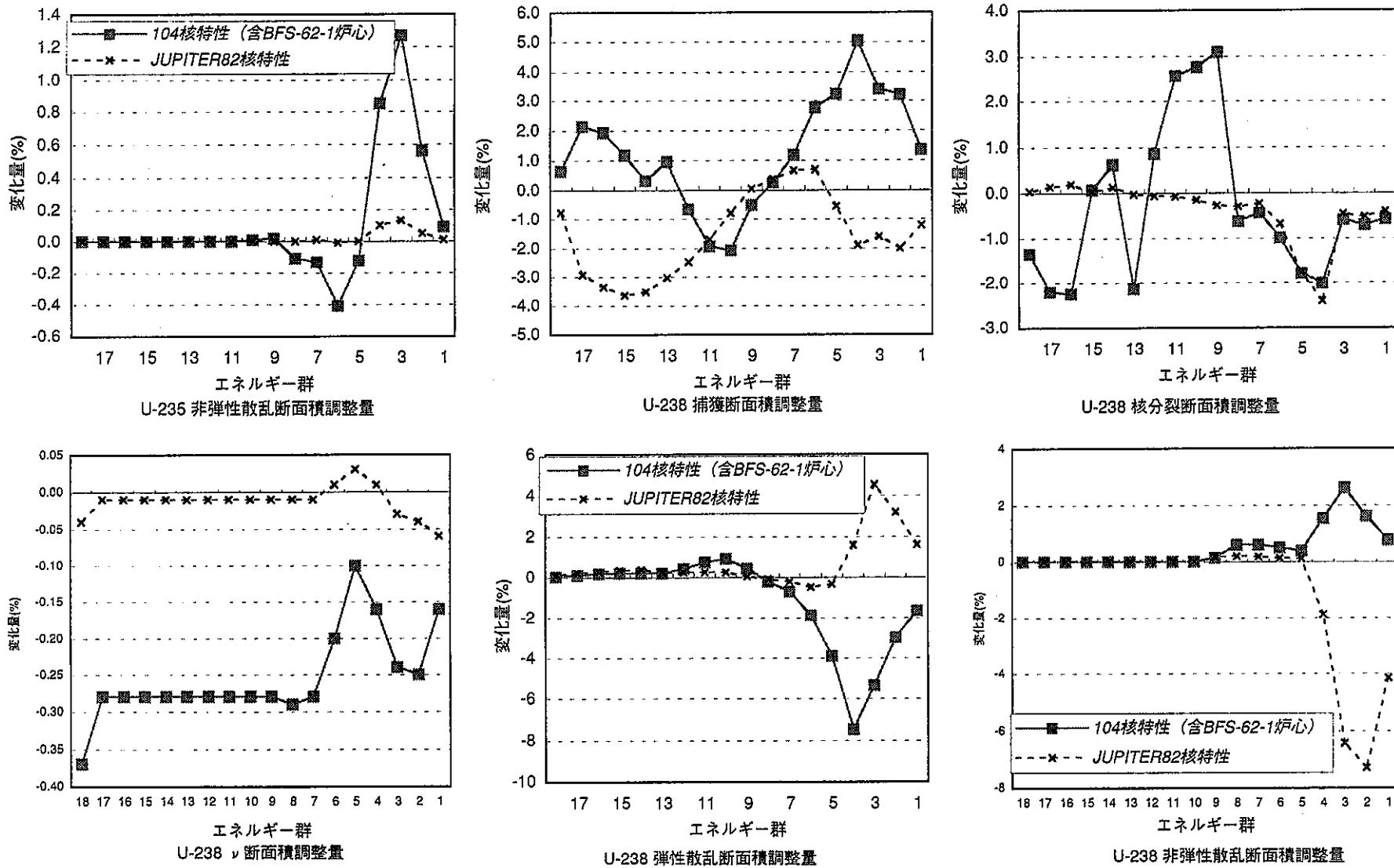


Fig.7.2 104核特性及びJUPITER82核特性での断面積調整量の比較 (4/7)

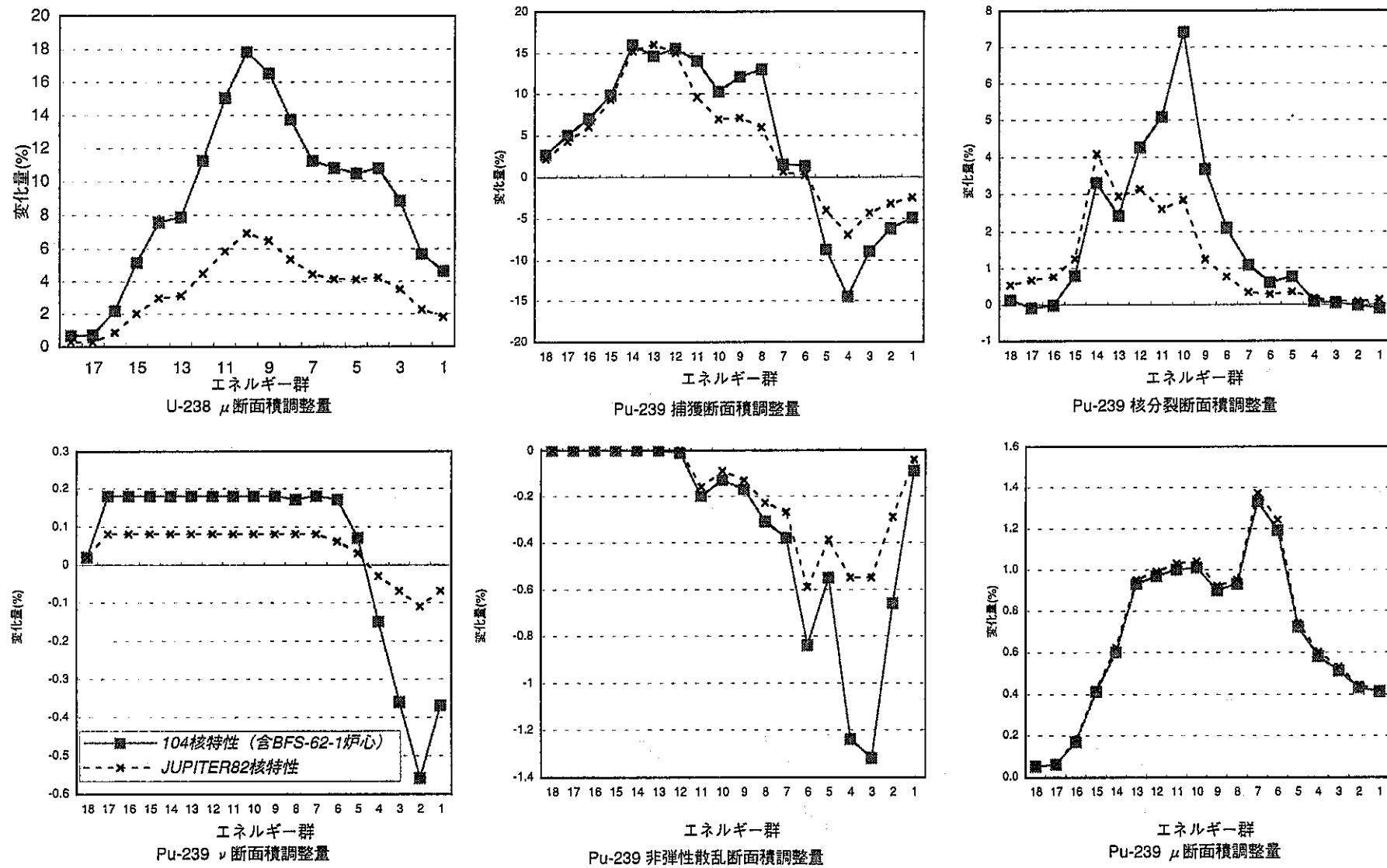


Fig.7.2 104核特性及びJUPITER82核特性での断面積調整量の比較 (5/7)

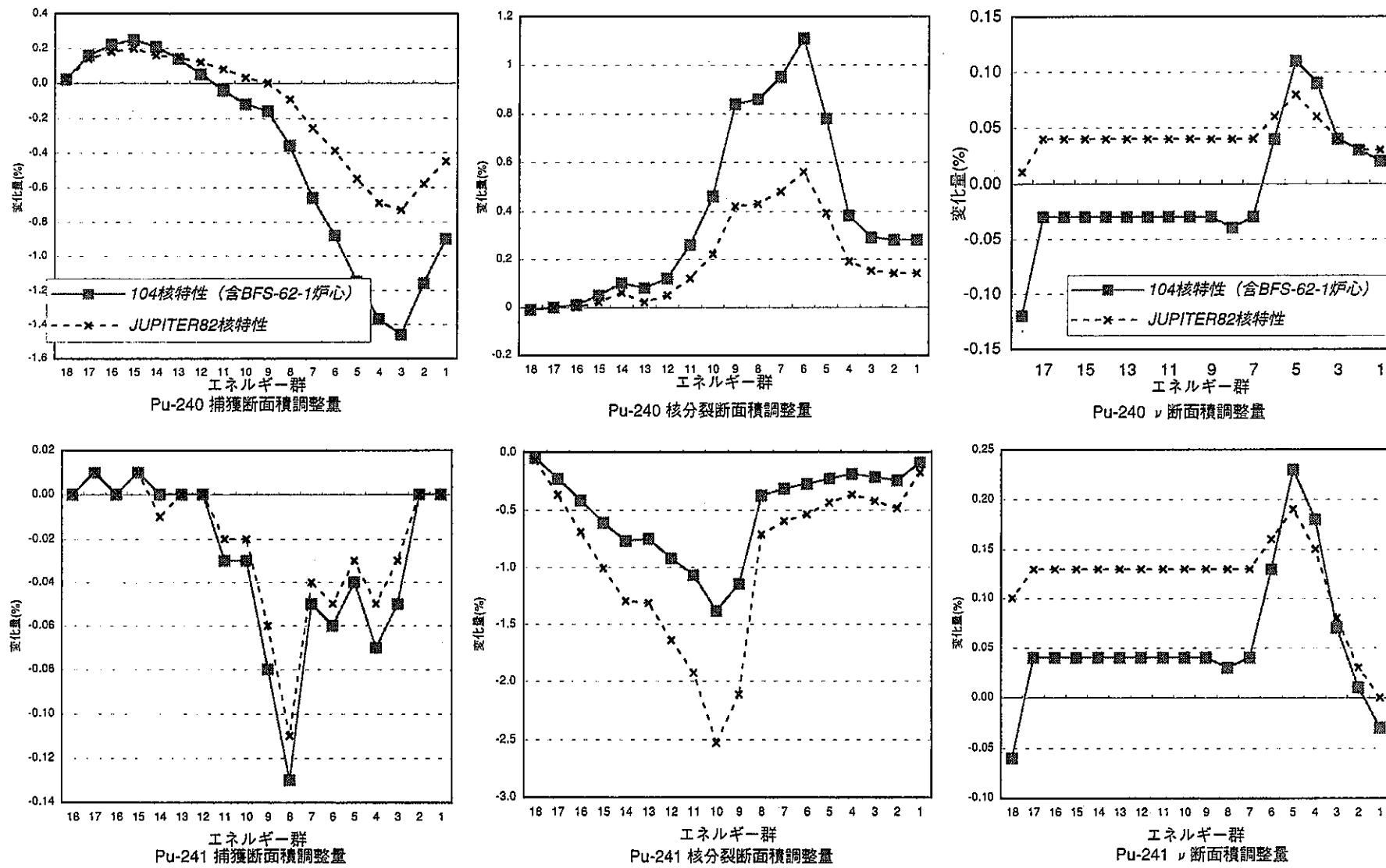


Fig.7.2 104核特性及びJUPITER82核特性での断面積調整量の比較 (6/7)

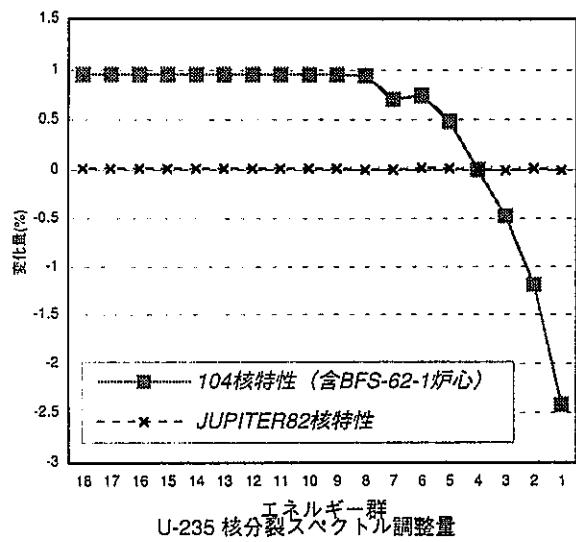


Fig.7.2 104核特性及びJUPITER82核特性での断面積調整量の比較 (7/7)

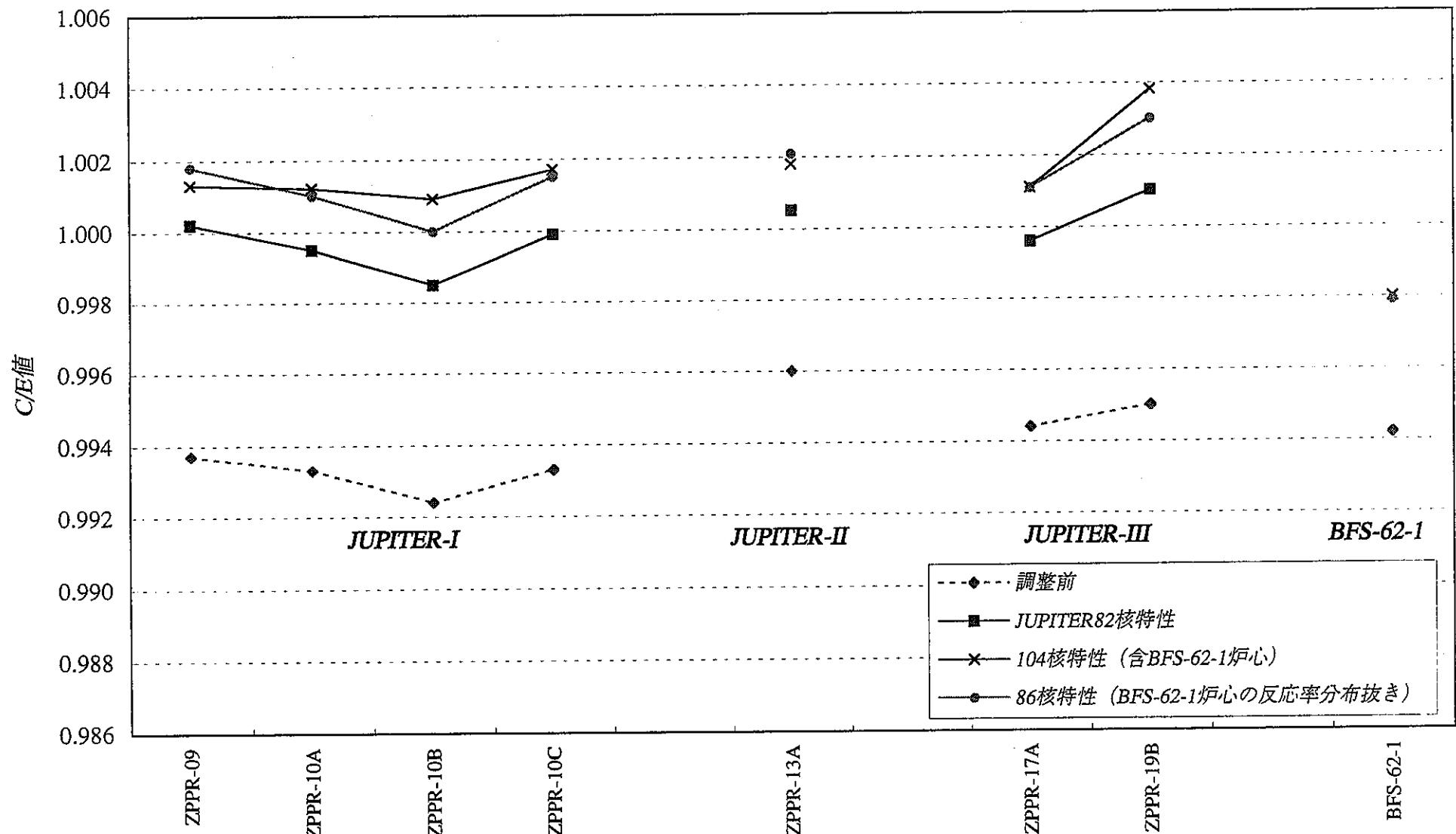


Fig.7.3-1 86核特性、104核特性及びJUPITER82核特性での炉定数調整前後C/E値の比較（臨界性）

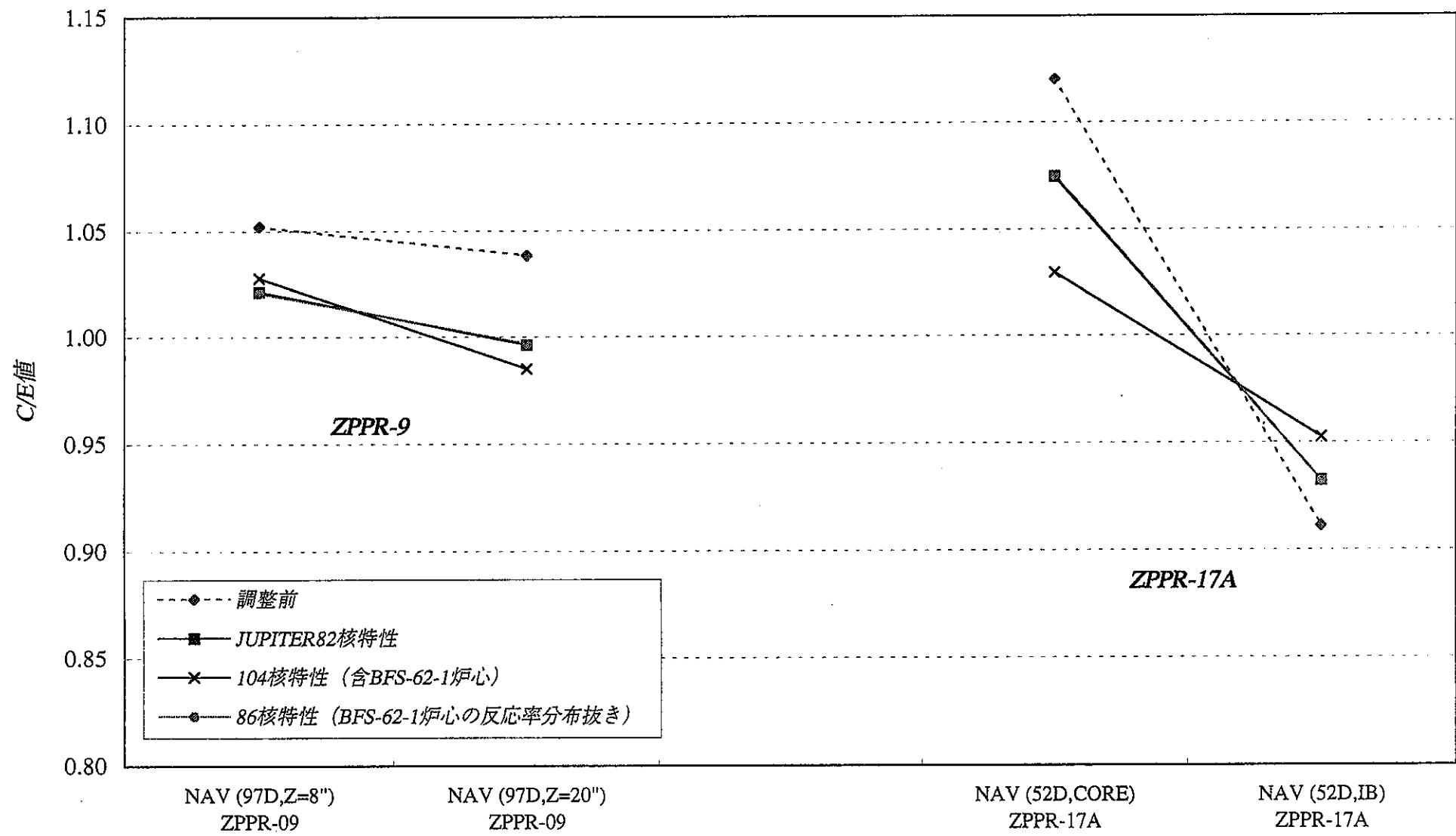


Fig.7.3-2 86核特性、104核特性及びJUPITER82核特性での炉定数調整前後C/E値の比較 (Naポイド反応度)

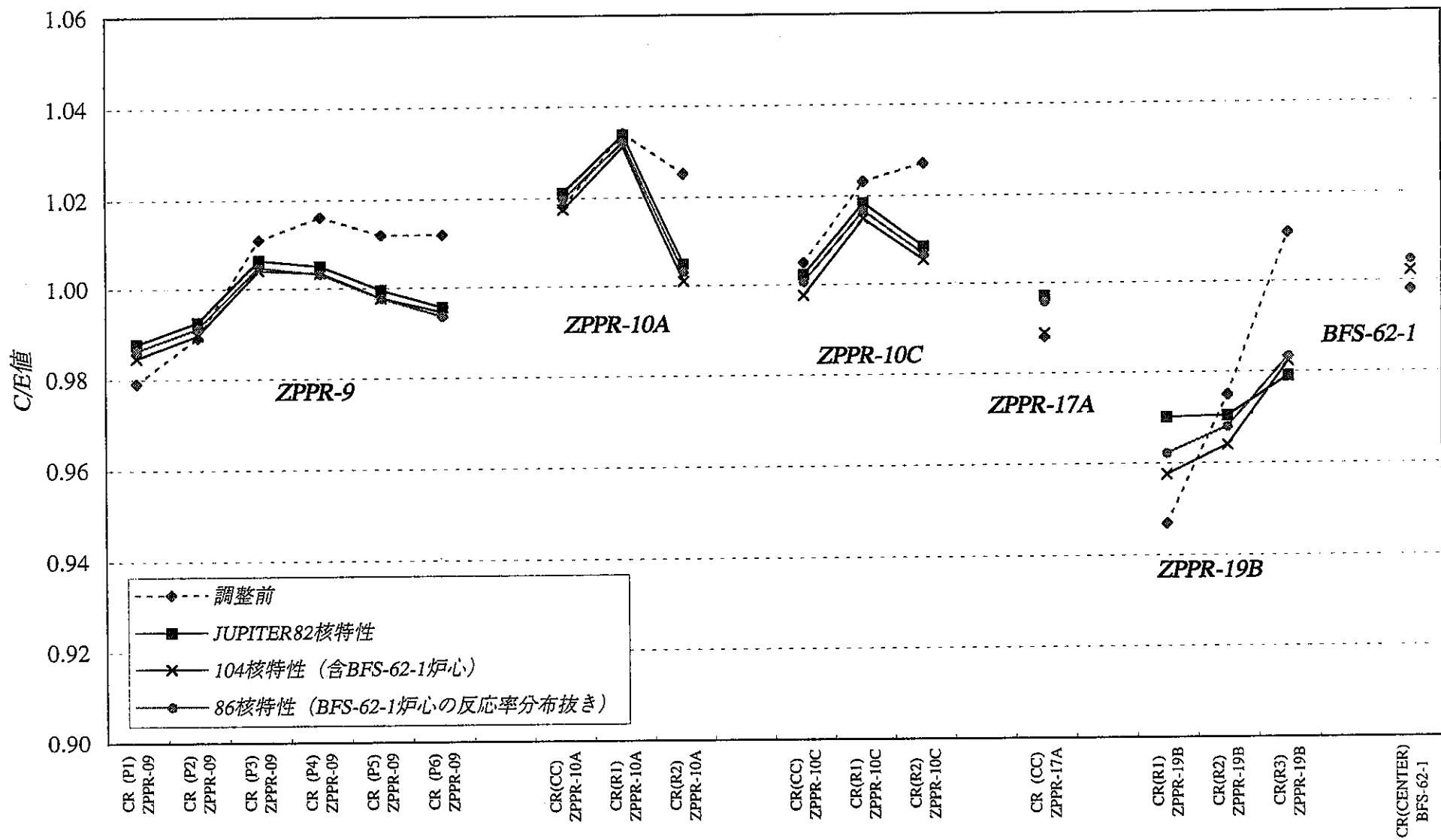


Fig.7.3-3 86核特性、104核特性及びJUPITER82核特性での炉定数調整前後C/E値の比較（制御棒価値）

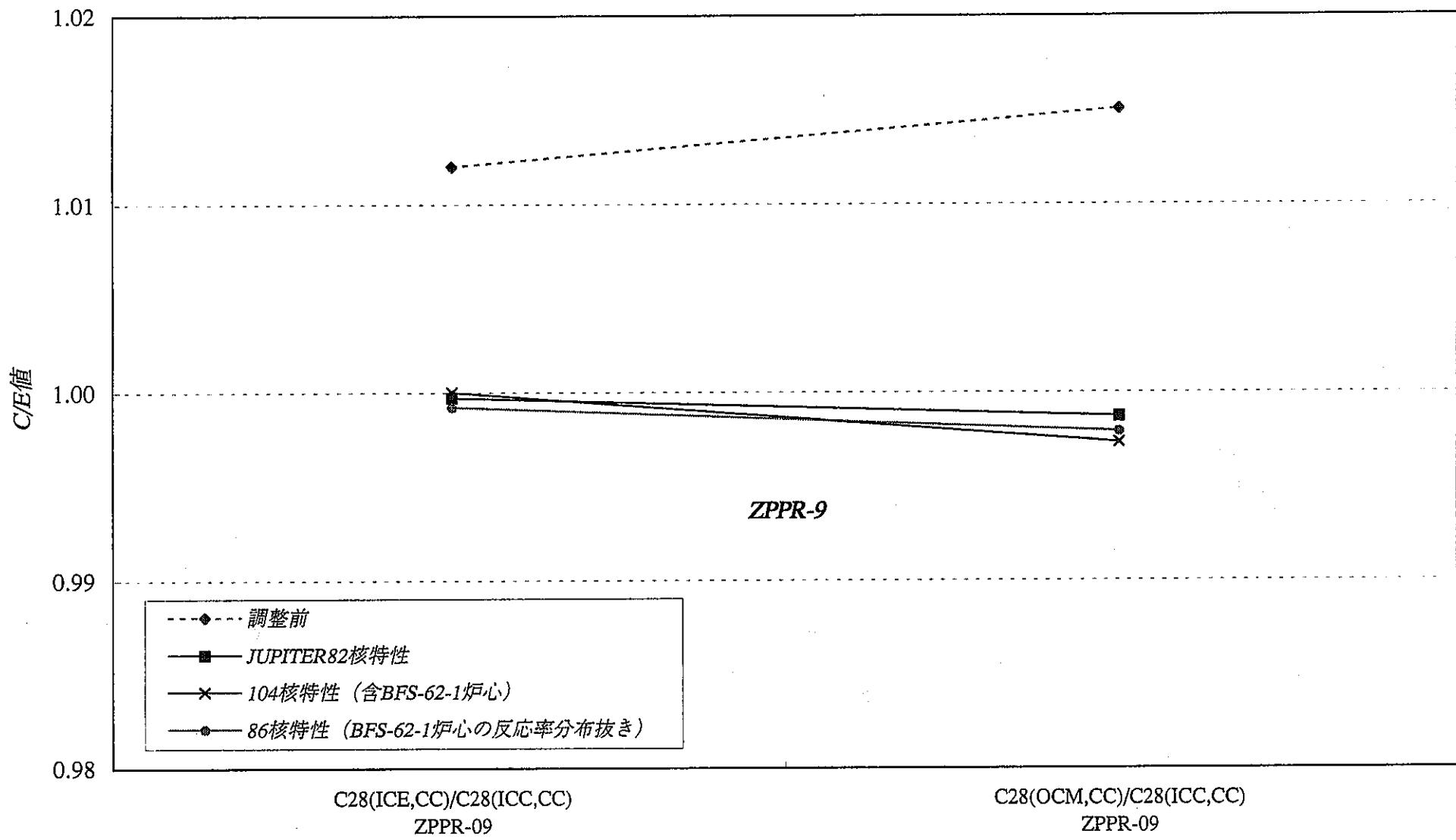


Fig.7.3-4 86核特性、104核特性及びJUPITER82核特性での炉定数調整前後C/E値の比較 (C28反応率分布)

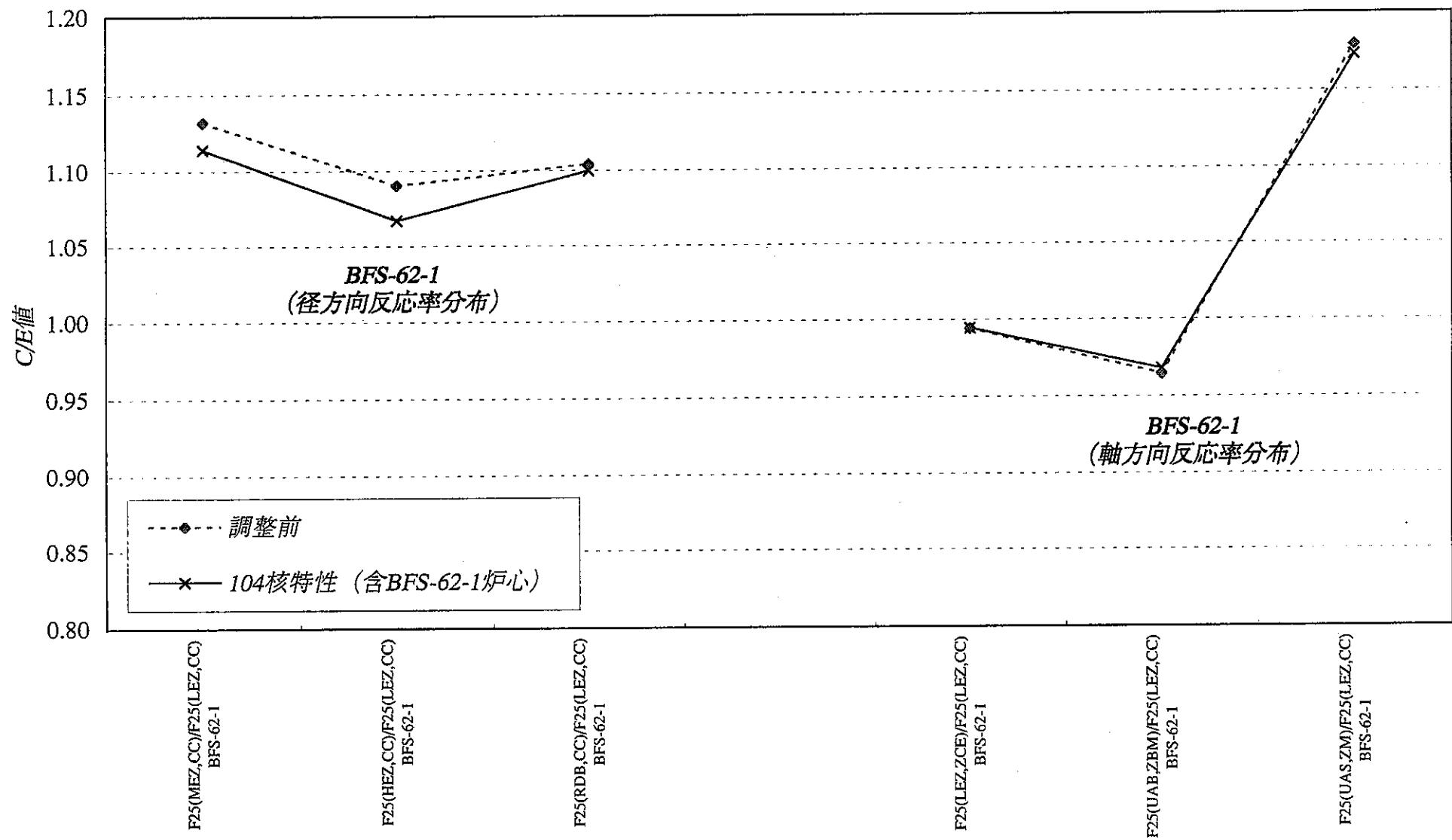


Fig.7.3-5 86核特性、104核特性及びJUPITER82核特性での炉定数調整前後C/E値の比較 (F25反応率分布)

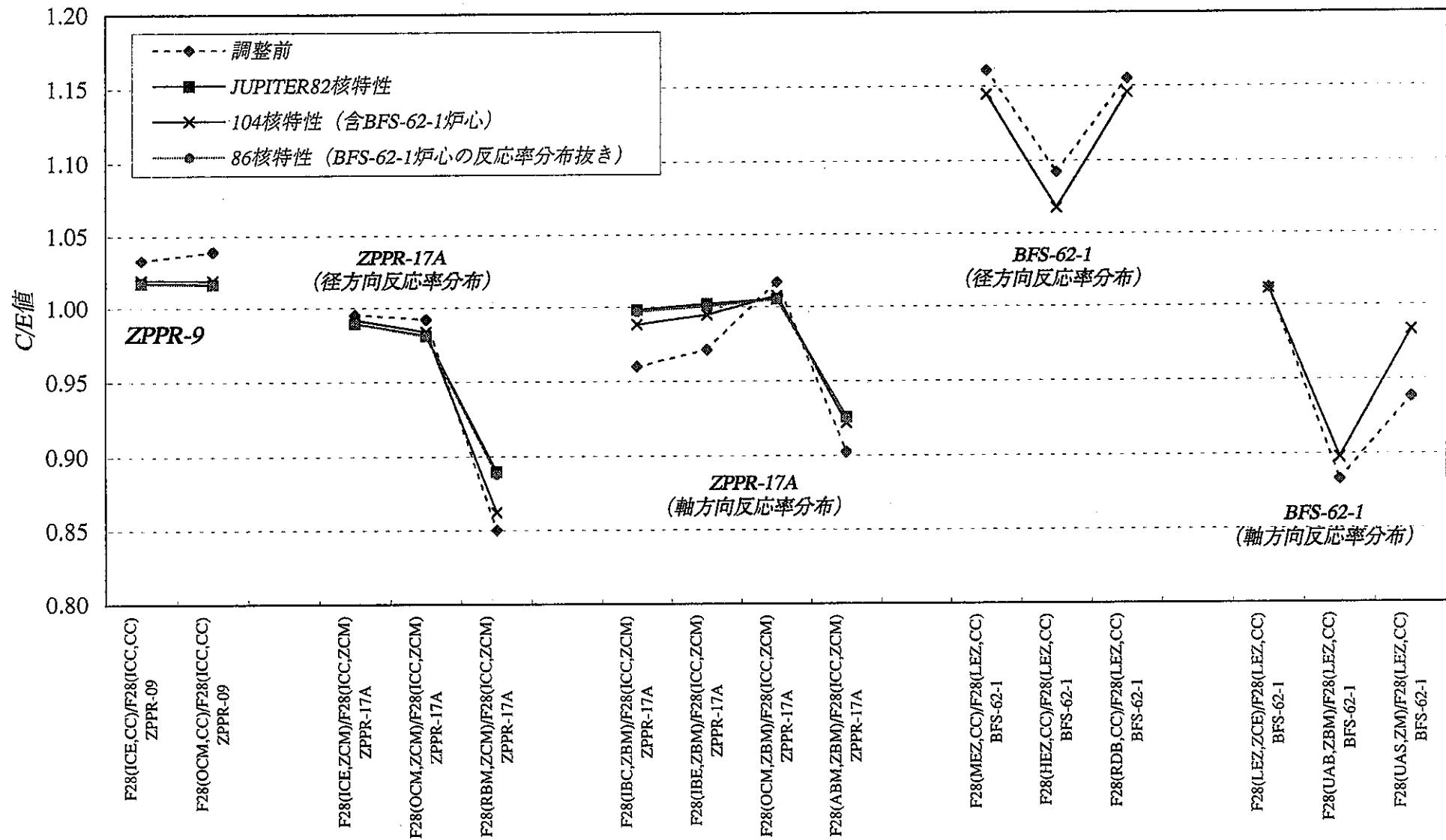


Fig.7.3-6 86核特性、104核特性及びJUPITER82核特性での炉定数調整前後C/E値の比較 (F28反応率分布)

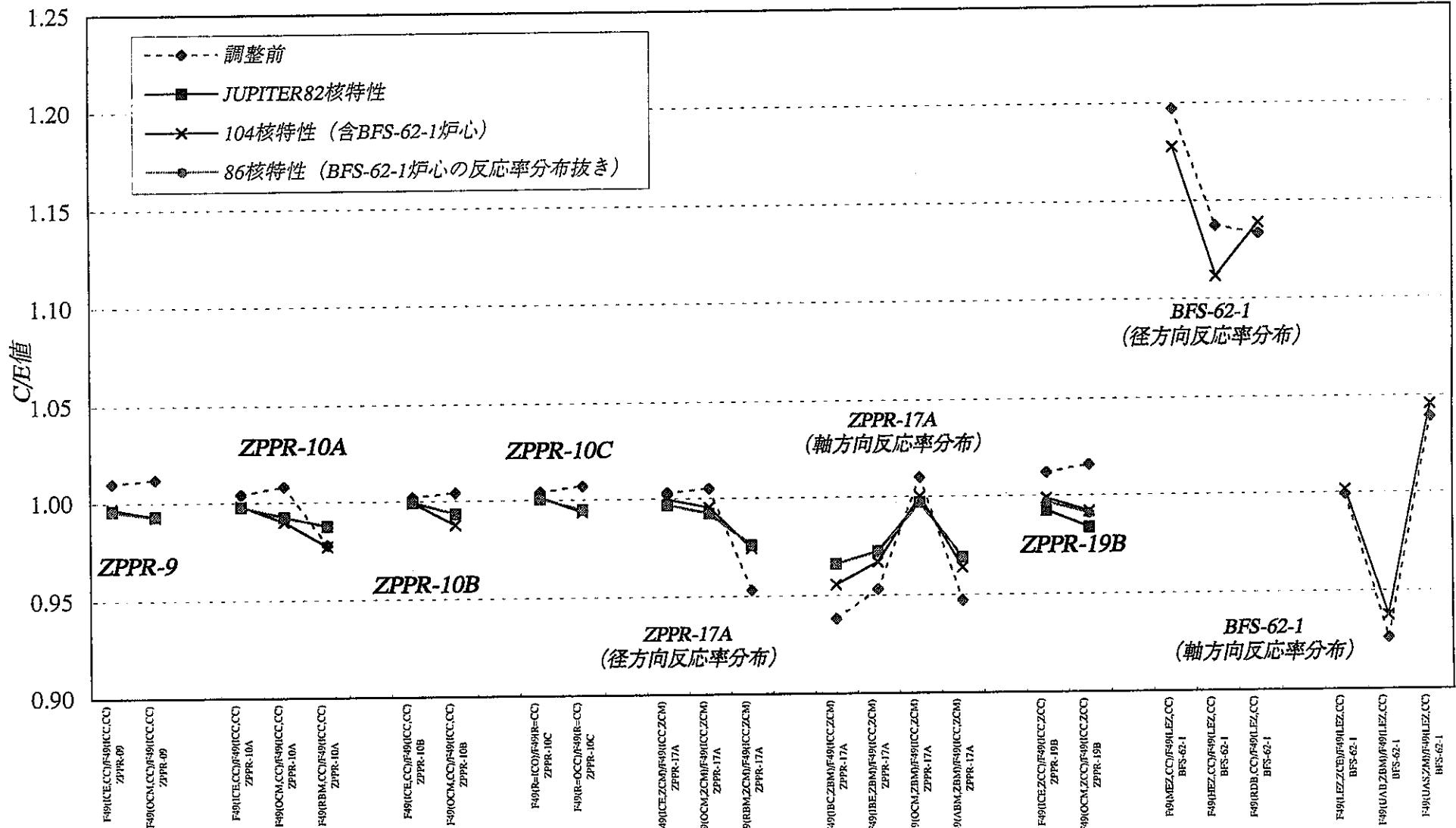


Fig.7.3-7 86核特性、104核特性及びJUPITER82核特性での炉定数調整前後C/E値の比較 (F49反応率分布)

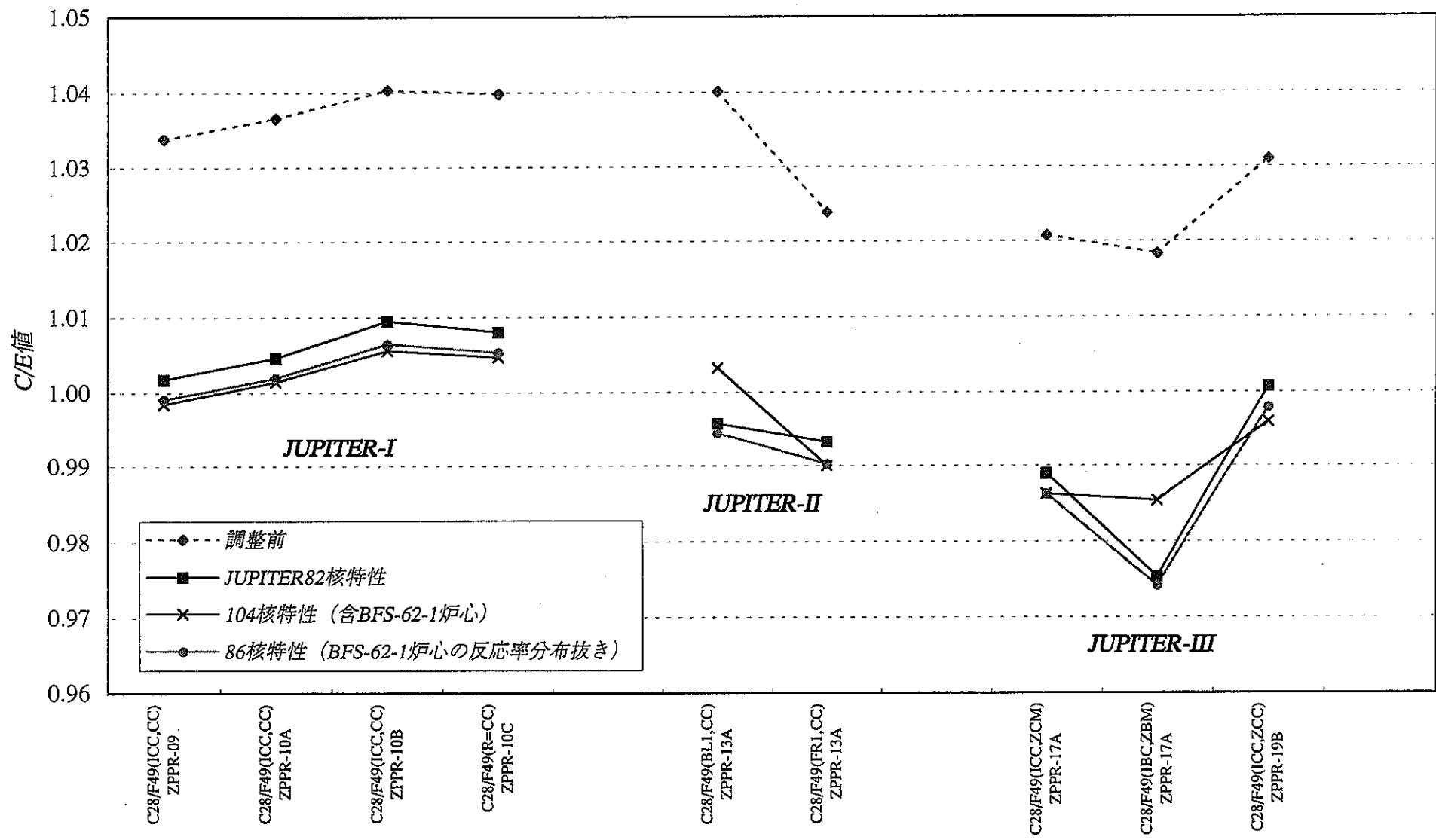


Fig.7.3-8 86核特性、104核特性及びJUPITER82核特性での炉定数調整前後C/E値の比較 (C28/F49反応率比)

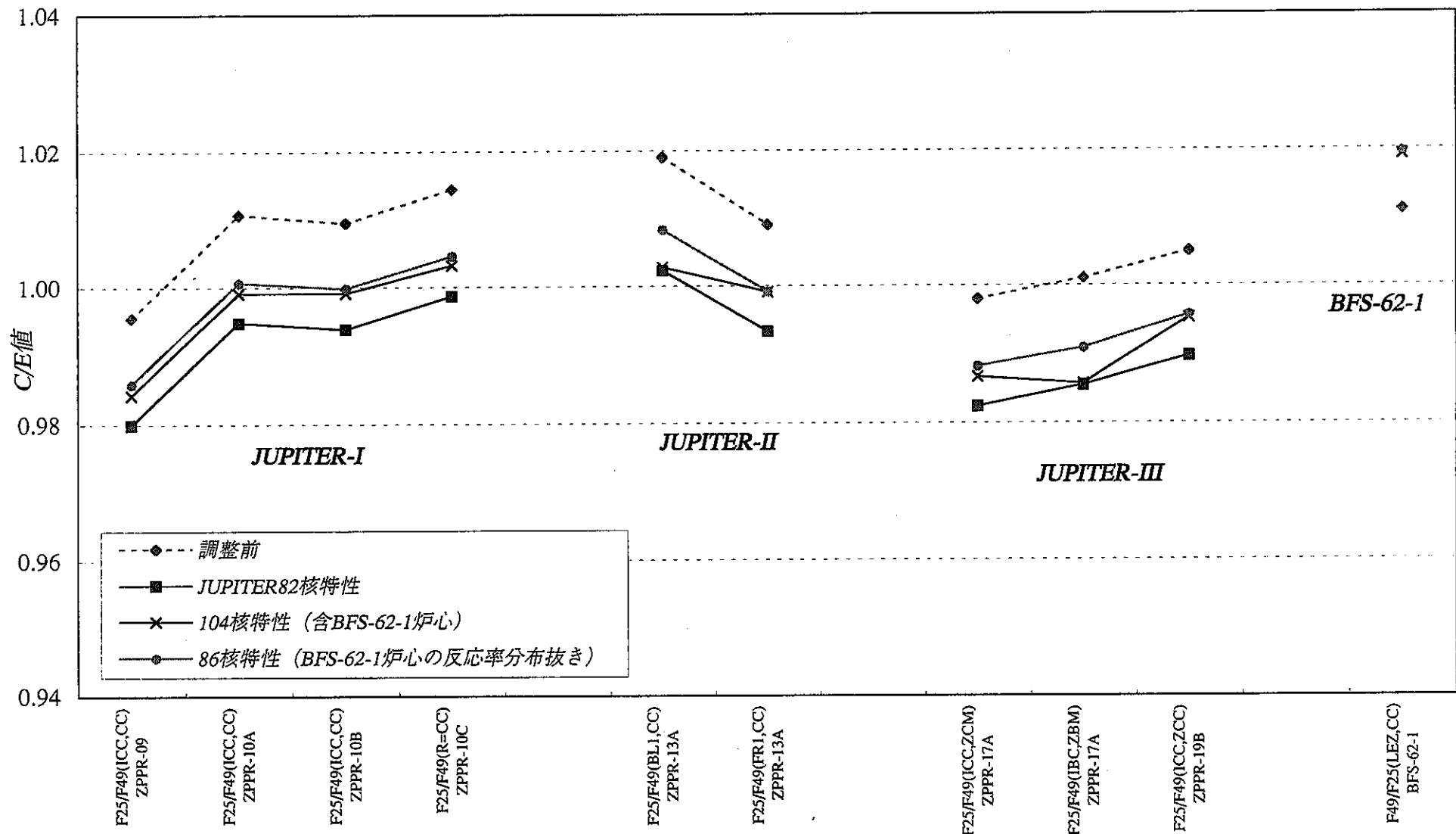


Fig. 7.3-9 86核特性、104核特性及びJUPITER82核特性での炉定数調整前後C/E値の比較 (F25/F49反応率比)

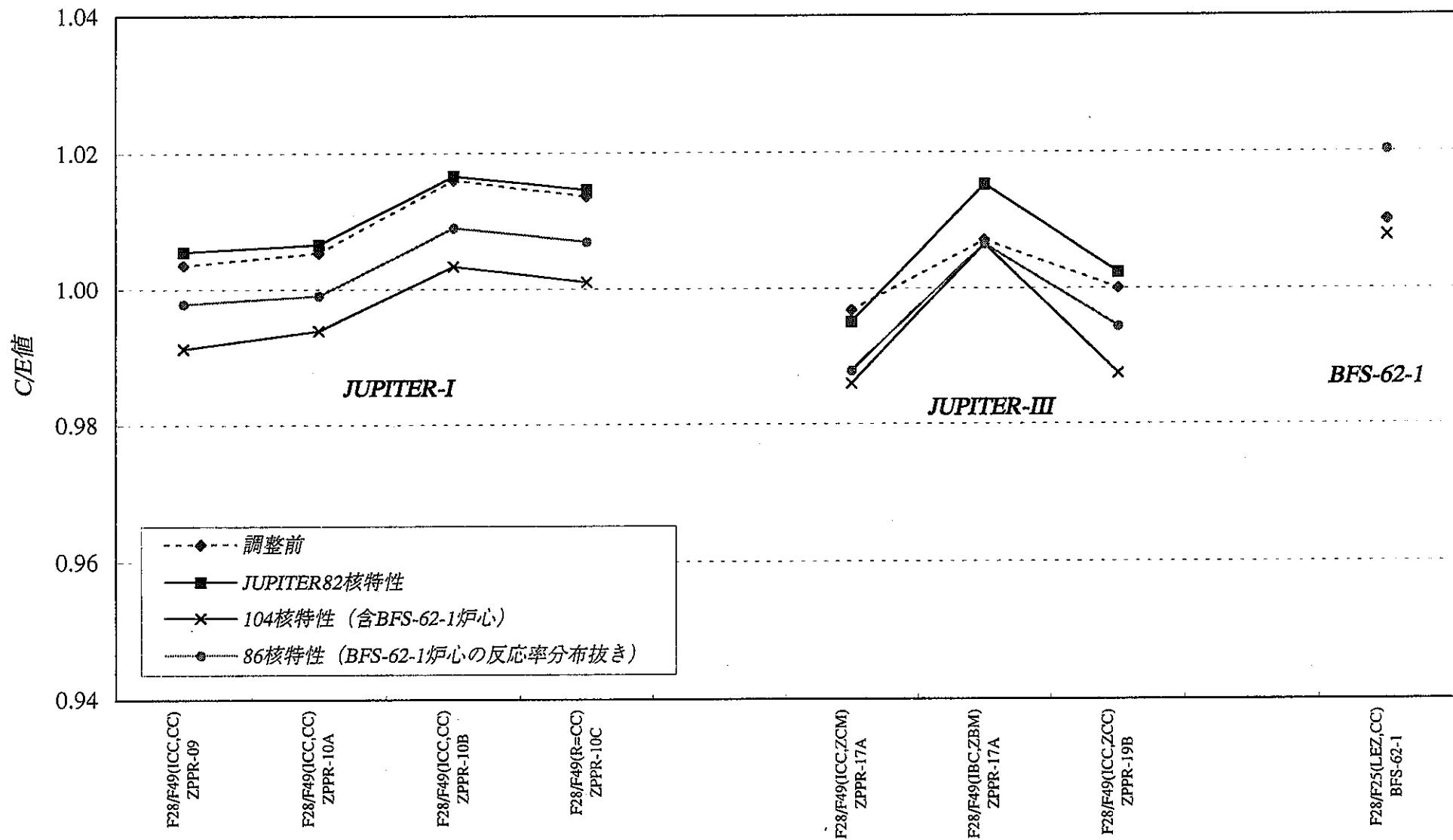


Fig.7.3-10 86核特性、104核特性及びJUPITER82核特性での炉定数調整前後C/E値の比較 (F28/F49反応率比)

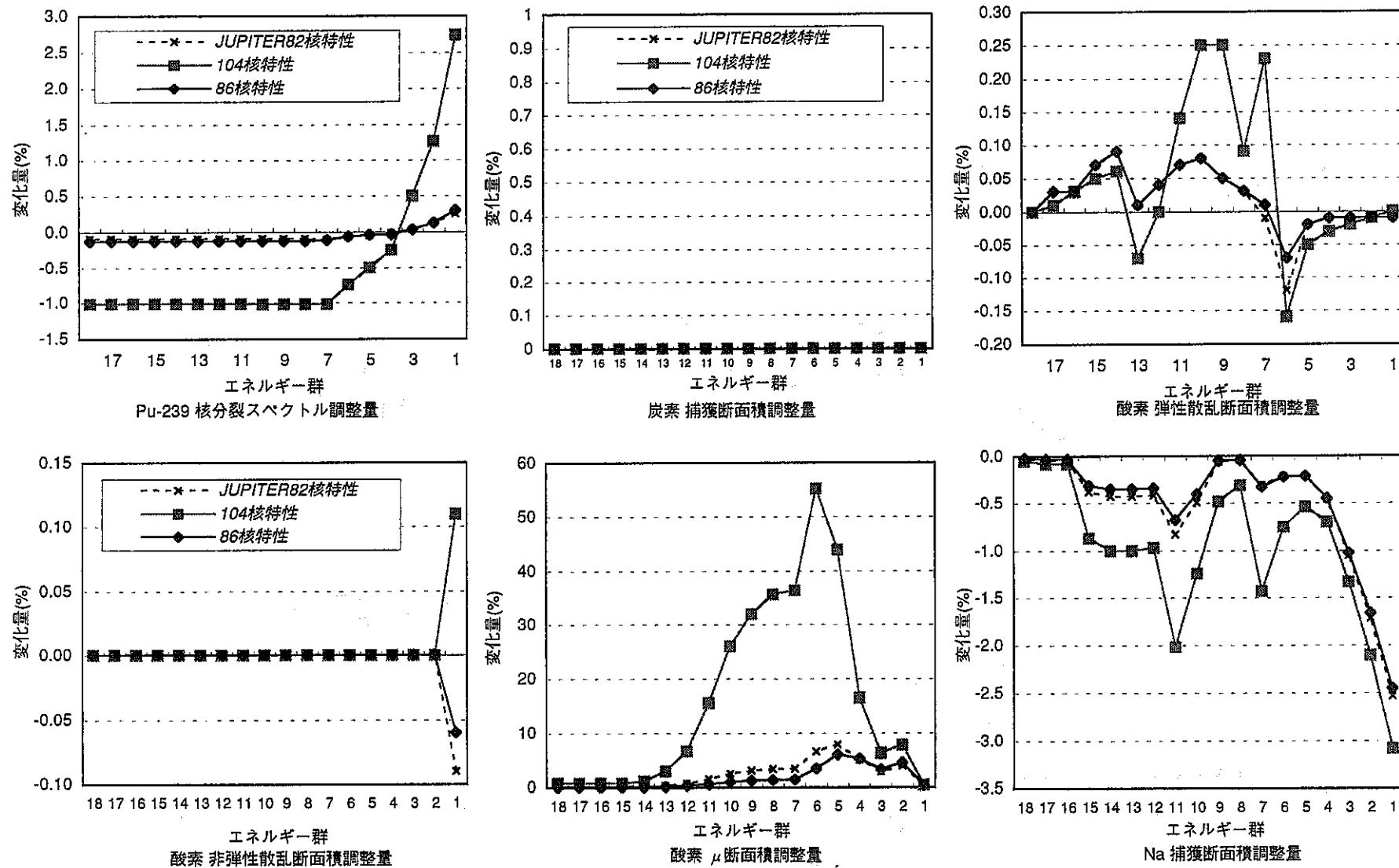


Fig.7.4 86核特性、104核特性及びJUPITER82核特性での断面積調整量の比較 (1/7)

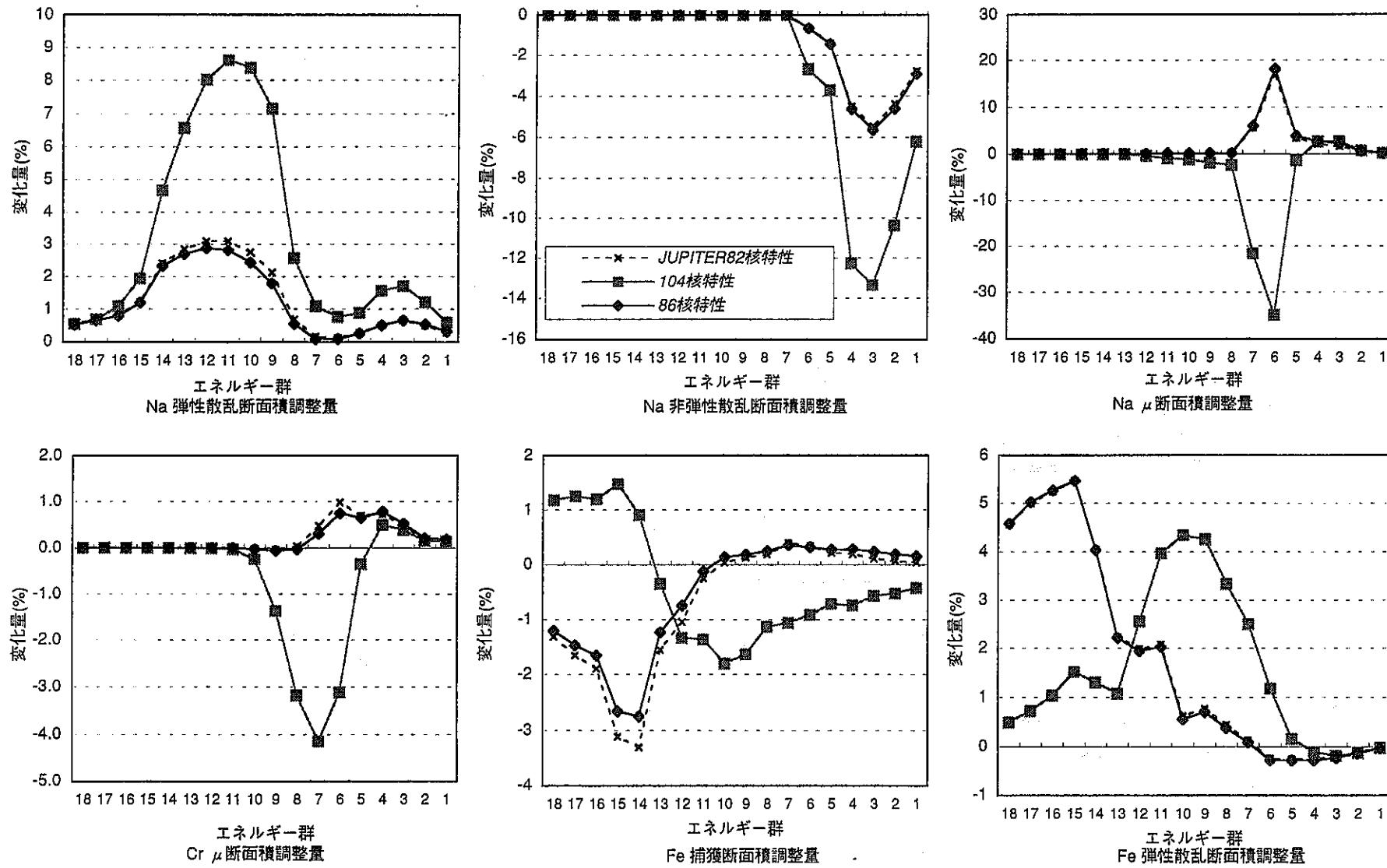


Fig.7.4 86核特性、104核特性及びJUPITER82核特性での断面積調整量の比較 (2/7)

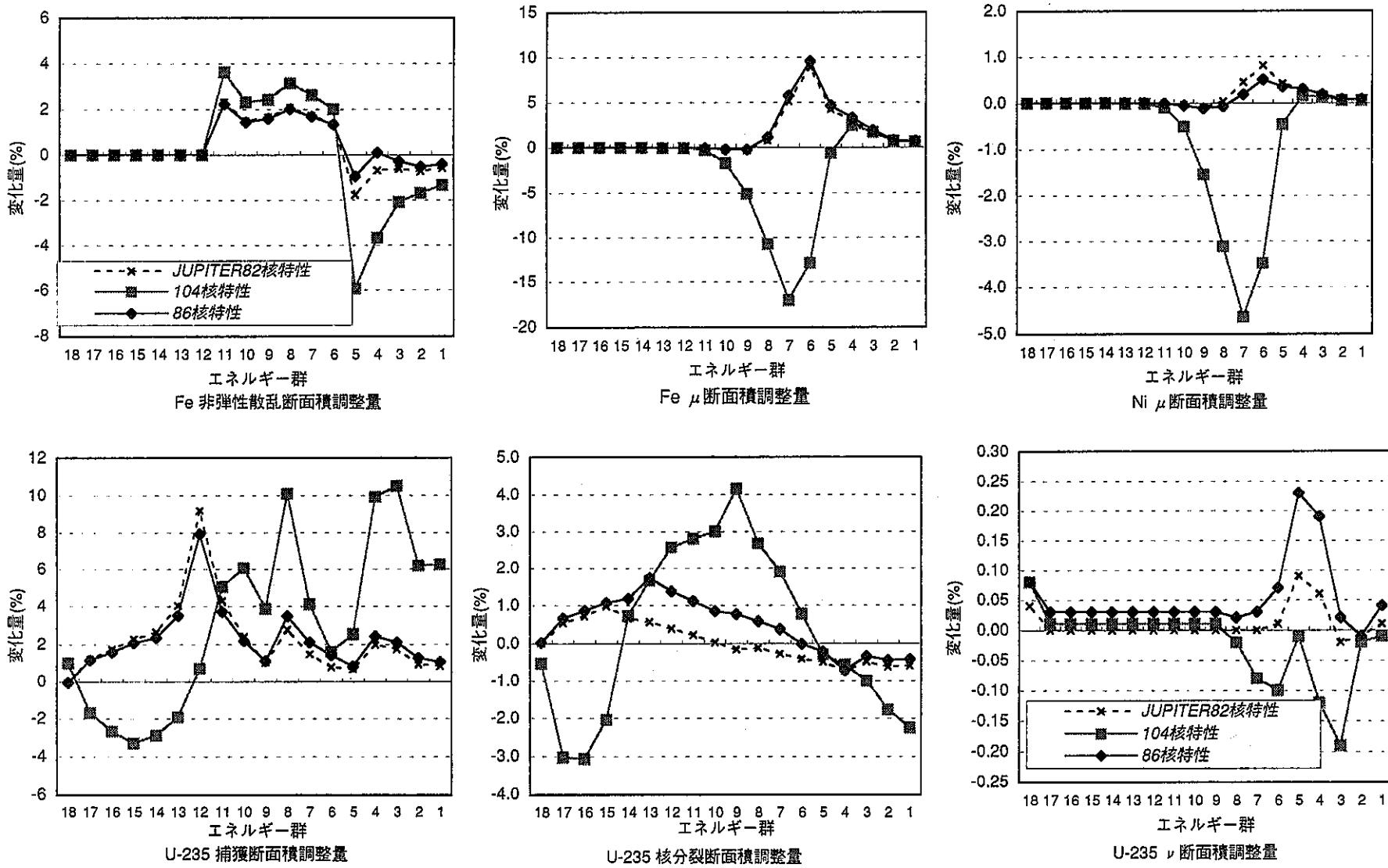


Fig.7.4 86核特性、104核特性及びJUPITER82核特性での断面積調整量の比較 (3/7)

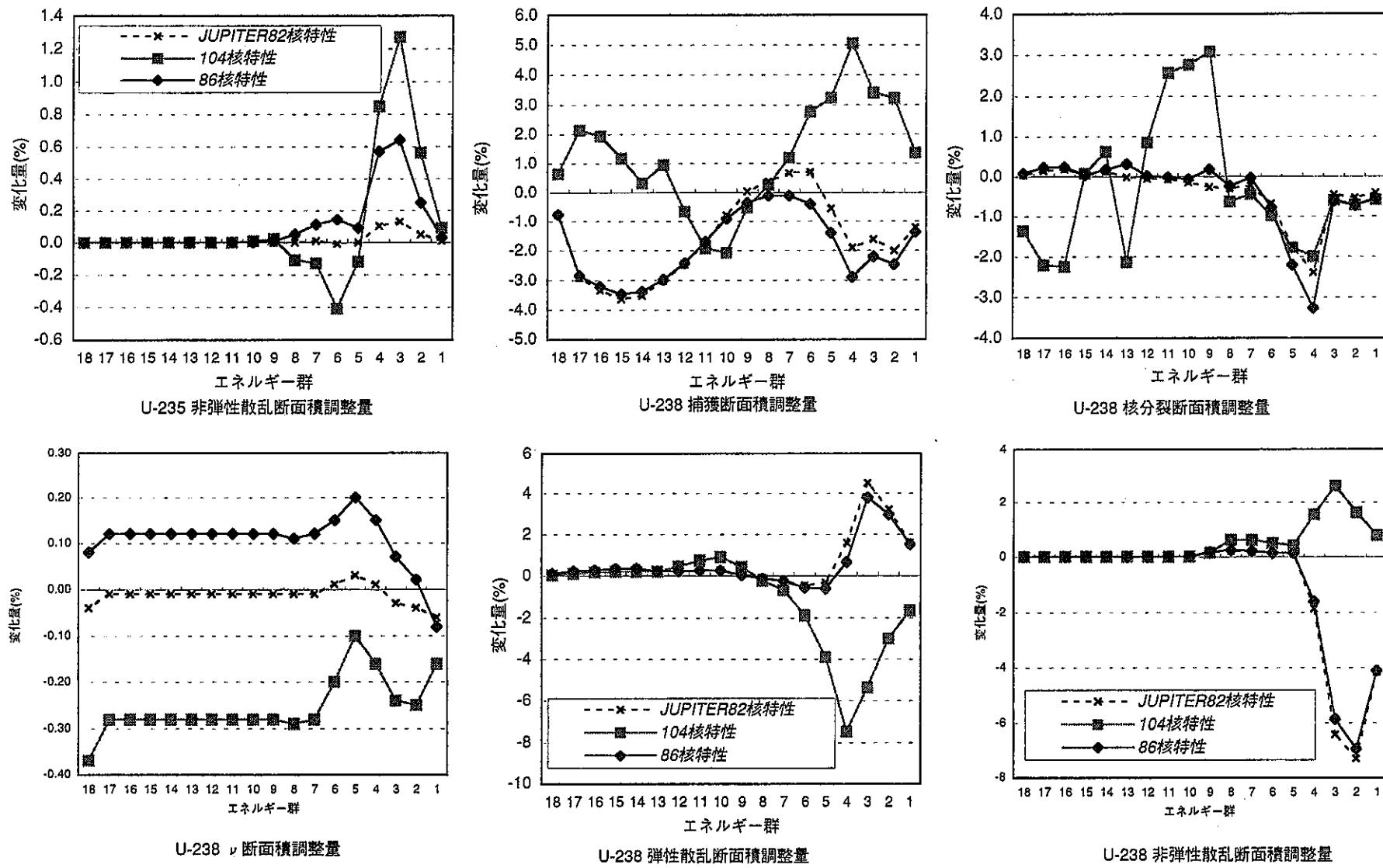


Fig.7.4 86核特性、104核特性及びJUPITER82核特性での断面積調整量の比較 (4/7)

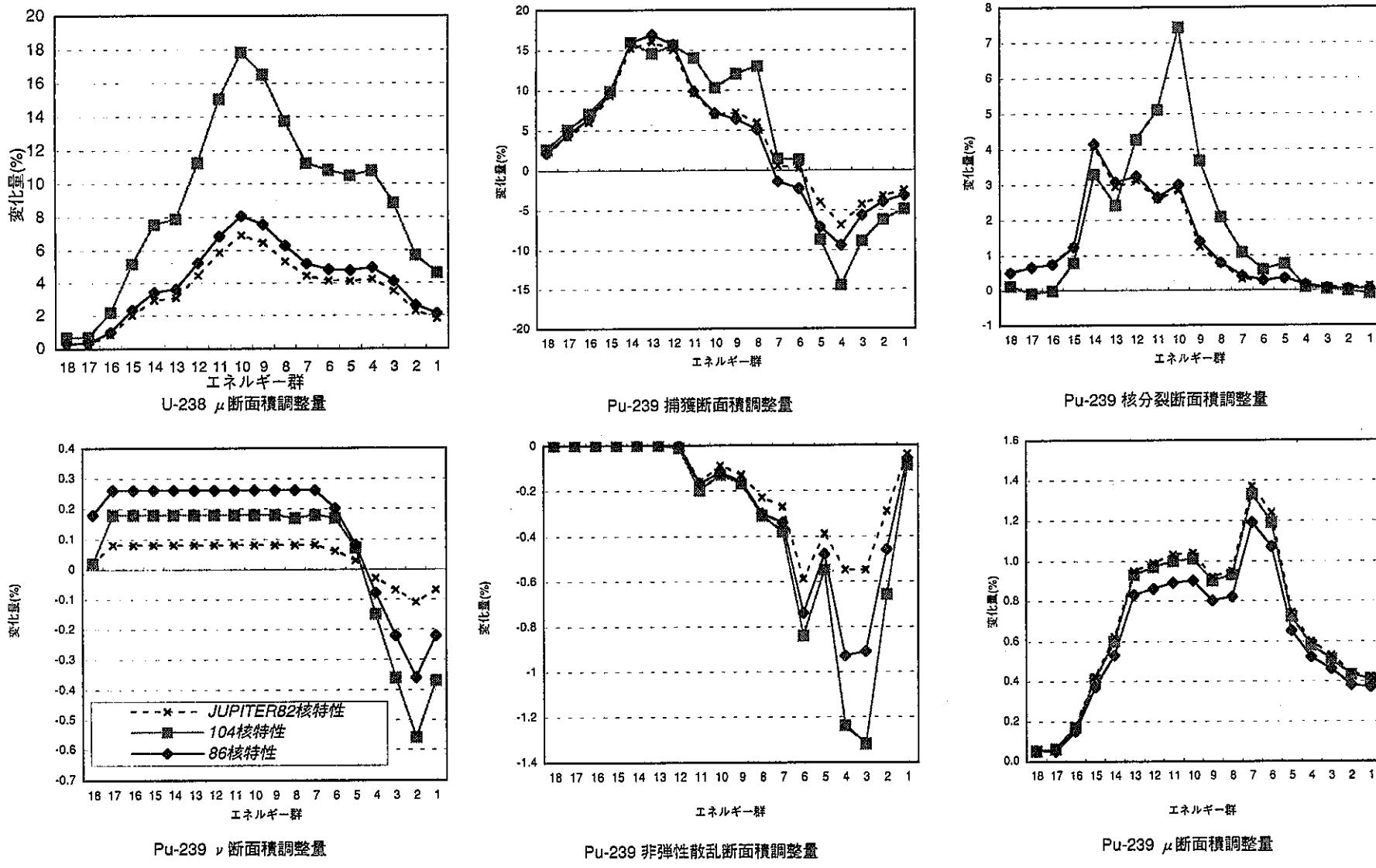


Fig.7.4 86核特性、104核特性及びJUPITER82核特性での断面積調整量の比較 (5/7)

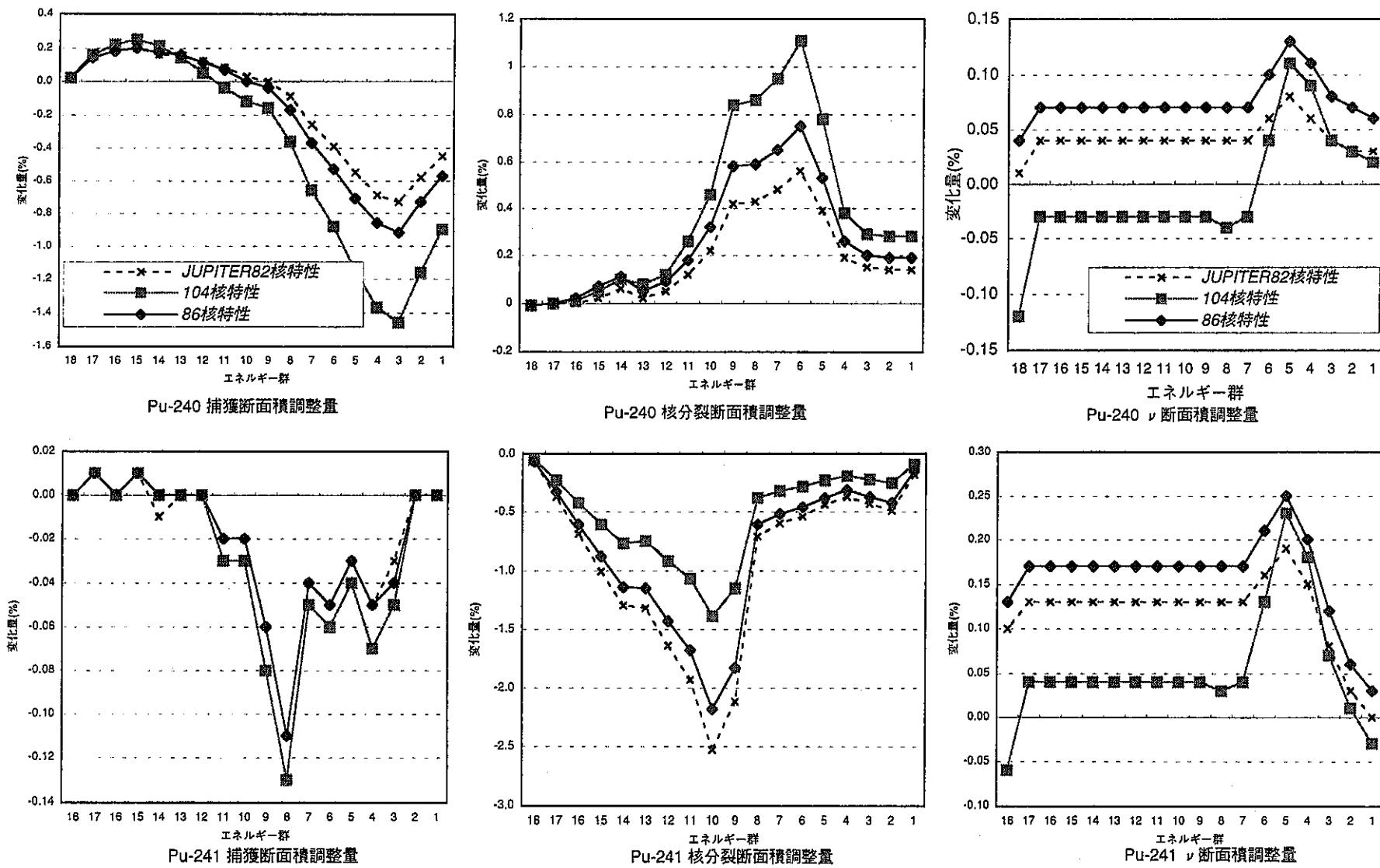


Fig.7.4 86核特性、104核特性及びJUPITER82核特性での断面積調整量の比較 (6/7)

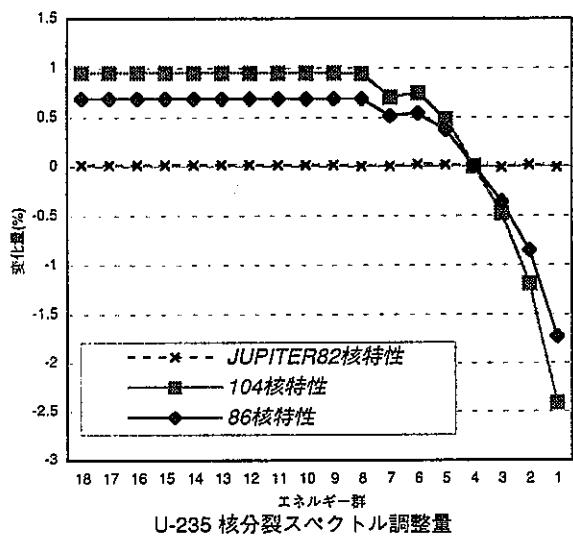


Fig.7.4 86核特性、104核特性及びJUPITER82核特性での断面積調整量の比較 (7/7)

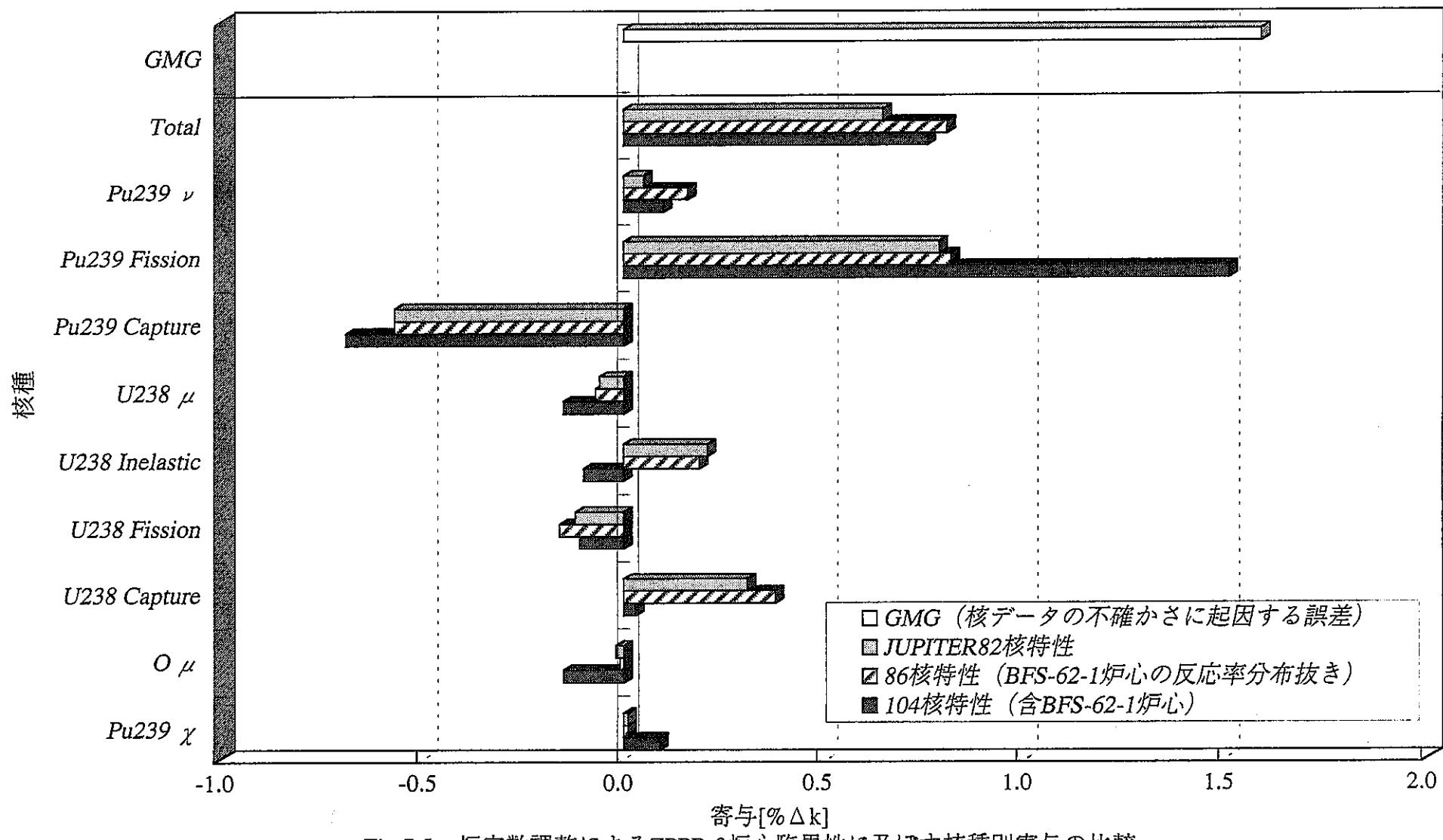


Fig.7.5 炉定数調整によるZPPR-9炉心臨界性に及ぼす核種別寄与の比較

## **第8章 結言**

## 第8章 結言

ロシア解体核処分支援の一環として、現行 BN-600 炉心を模擬した BFS-62-1 体系臨界実験解析を行った。2 次元 RZ 体系モデル主体の解析、及び、JUPITER 実験の核特性解析結果と合わせた炉定数調整計算により、以下のことが明らかとなった。

臨界性：JUPITER 実験解析と同様に、実験値に対する過小評価が見られた。また、炉定数調整により BFS-62-1 炉心臨界性の改善が図られ、JUPITER 単独の炉定数調整に大きな影響を与える、JUPITER との整合性が確認された。

反応率分布：炉心燃料領域において、大きな径方向依存性が観測されたが、実験誤差と断面積の不確かさから生じるものではなく、解析手法の観点からの検討が必要であることが分かった。そこで、Key 領域を正確に取り扱うことの出来る 3 次元炉心計算を行った結果、2 次元計算と 3 次元計算結果に大きな差が見られ、2 次元 RZ 体系計算では径方向反応率分布を十分な精度で評価することができないことが分かり、3 次元体系計算により径方向反応率分布の解析結果を改善できる見込みのあることが分かった。また、モンテカルロ法と決定論的手法との固有値に関する比較においてウラン濃縮度依存性が見られ、検討の余地があることが分かった。軸方向反応率分布については、それらの要因がなく、解析結果も良好であった。ただし、径・軸両方向に共通して、ブランケット領域、遮蔽体領域（軸方向のみ）に実験値との大きな差が見られ、今後、重核の共鳴領域、構造材核種の構造の取り扱いをより詳細にするなどの検討が必要であると考えられる。

更に、炉定数調整計算において、2 次元 RZ 体系計算に基づく BFS-62-1 体系反応率分布解析結果を適用することにより、JUPITER 単独の炉定数調整計算による断面積調整量に対して著しく不合理な変化を引き起こすことが分かった。従って、現時点の反応率分布解析結果は JUPITER 実験解析結果と不整合を示すことが確認され、解析手法の観点からの検討が不可欠であることが再認識された。

炉中心反応率比：解析値と実験値との一致は良く、特に問題は見られなかった。炉定数調整を行っても、従来の JUPITER 実験のみの情報による結果に対する大きな変化の要因にはなっておらず、JUPITER との整合性が確認された。

炉中心制御棒価値：2 次元 RZ 炉心体系を用いた解析では、実験値との良い一致が見られたが、より忠実である 3 次元 HexZ 炉心解析では 6% の過大評価となった。制御棒均質化断面積計算法に関する検討を行ったが、天然ホウ素が用いられていることと、吸収材領域は燃料部から見ると均質であることからランピング効果はほとんど見られないことが分かり、今後、メッシュ効果の評価等による見直しが必要であると考えられる。

炉中心 Na ボイド反応度：C/E 値は 0.43 と大きな過小評価が見られたが、測定により得られた反応度が JUPITER 実験の値と比較して 2 衍小さいことや、輸送効果等の補正が大きいこと、漏洩項の寄与が非常に大きいことから解析が非常に難しい核特性であると考えられる。当面は調整炉定数への積分情報としては用いるべきではないと考えられる。

JUPITER 核特性の調整後の C/E 値への影響：JUPITER 単独の結果に対し、妥当な C/E 値の得られている BFS-62-1 体系の臨界性、炉中心反応率比、炉中心制御棒価値解析結果を加えること

により、臨界性はほぼ1の状態であったものが0.1~0.2%の過大評価となつたが、反応率比に対しては特にF25/F49に対する過小評価が改善された。また、それら以外では特に大きな変化は見られなかつた。

以上のことより、BFS-62-1 体系の解析結果は、JUPITER 実験解析結果と整合性を有するものであり、その核設計基本データベースへの追加は、JUPITER のみでは不足していたU-235 の情報の効果的な反映につながり、高速炉核設計の信頼性向上に資することができるものと考えられる。

今後、燃料セルの非対称性に起因する Mirror 効果の評価、及び、3 次元解析を本格的に行うことにより、更なる解析精度の向上を図り、最確 C/E 値を炉定数調整研究に反映していくと共に、IPPE により得られた解析結果との比較検討を行い、ロシアの高速炉を用いた解体核処分が効果的に進捗するよう支援を継続していく予定である。

## 参考文献、謝辞

## 参考文献

- (1) A.Yamato et al., The Present Status of International Cooperation Pertaining to Russian Surplus Weapons Plutonium Disposition, pp103-106, The 2nd Annual JNC International Forum on the Peaceful Use of Nuclear Energy, Tokyo, Japan (2000).
- (2) 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, Vol.1, P.187 (Sep. 1979).
- (3) 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, Idaho, P.521 (Sep. 1980).
- (4) H.F.McFarlane, S.G.Carpenter, P.J.Collins, et al.: Experimental Studies of Radially Heterogeneous Liquid-Metal Fast Breeder Reactor Critical Assemblies at the Zero-Power Plutonium Reactor, Nucl. Sci. Eng., Vol.87, P.204 (1984).
- (5) 石川眞、斎藤正幸、佐藤若英、他: 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 (1992年12月) .
- (6) 杉野和輝、石川眞、斎藤正幸、他: 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 (1996年10月) .
- (7) 三田敏男、白方敬章、早瀬保、他: JUPITER-III 実験データ集, PNC TN9410 90-018 (1990年3月) .
- (8) 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 (Session E05), Sep. 1996.
- (9) T.Nakagawa: JENDL-3 Revision 2, Proc. of the 1993 Symposium on Nuclear Data, Tokai, Japan, JAERI-M 94-019, P.68 (Nov. 1993).
- (10) T.Nakagawa, et al.: Japanese Evaluated Nuclear Data Library Version 3 Revision-2: JENDL-3.2, J. Nucl. Sci. Technol., 32, P.1259 (Dec. 1995).
- (11) H.Takano and Y.Ishiguro: Production and Benchmark Tests of Fast Reactor Group Constant Set JFS-3-J2, JAERI-M 82-135 (1982).
- (12) 高野英機、金子邦男: 高速炉用群定数セット JFS-3-J2 の改訂版, JAERI-M 89-141 (1989年).
- (13) T.Tone: A Numerical Study of Heterogeneity Effects in Fast Reactor Critical Assemblies, J. of Nucl. Sci. and Technol. 12 (8), P.467 (1975).

- (14) 竹田敏一、山岡光明、他: 大型高速臨界集合体での中性子ストリーミング効果に関する研究, PNC ZJ265 81-01 (1981年3月).
- (15) 森貴正、中川正幸: MVP/GMVP 連続エネルギー法及び多群法に基づく汎用中性子・光子輸送計算モンテカルロコード, JAERI-Data/Code 94-007 (1994年8月).
- (16) 杉野和輝、岩井武彦: 実機高速炉核特性解析手法の高度化 一二重非均質性取り扱い手法及び制御棒均質化断面積計算法の検討—, PNC TN9410 98-067 (1998年7月).
- (17) M.Ishikawa, T.Hoshi, T.Sanda, T.Kamei, and T.Kawakita: Improvement of Nuclear Design Method for Large LMFBR Cores Using the Cross-Section Adjustment, Proc. Int. Conf. Mathematical Methods and Supercomputing in Nuclear Applications (M&C+SNA'93), Vol.1,P.593 (1993)

## 謝辞

本研究を遂行するに当たり、ロシア物理エネルギー研究所（IPPE）出身の国際特別研究員である Sergey Bednyakov 氏には、BFS 臨界実験に携わった経験を生かした情報と、3 次元炉心解析のための体系データを提供いただき、深く感謝しております。この場を借りて、謹んでお礼申し上げます。

## **付録 A 検出器断面積計算法に関する整理**

## 付録 A 反応率の非均質取り扱いに関する整理

反応率解析の非均質の取り扱いにおいては、検出器断面積を用いることが最も高精度な方法であると考えられる。検出器断面積の第一近似として、所定の位置の炉心計算スペクトルと格子計算スペクトルが等しいと仮定すると、JUPITER 実験解析において採用されている格子計算で求めた非均質補正（セルファクター）を施す方法もある。ただし、一般にはその仮定は成立せず、JUPITER 実験解析の U-238 捕獲反応率の場合は隣接セルパターンに応じてセルファクターを変更するという方針をとった。

本付録では、以上述べた反応率に対する非均質補正について整理を行うこととする。最初に検出器断面積に関する基礎理論を述べ、具体的な反応率解析における適用例として、BFS 実験等で用いられている核分裂計数管、及び、JUPITER 実験等で採用されている放射化箔に対する検出器断面積について説明する。引き続き、セルファクターを初めとする格子計算レベルでの非均質補正算出について言及する。

### A.1 検出器断面積の基礎理論

あるセルにおける検出器のマクロ反応率について、次式が成立する。なお、核種、反応の種類に関するインデックスは省略されている。

$$R_{Det}^g = \sum_{i \in Detector} N_i \sigma_i^g \phi_i^g V_i = \bar{N}' \tilde{\sigma}_{Det}^g \bar{\phi}^g V \quad (A-1)$$

ここで、

$$\bar{N}' = \frac{\sum_{i \in Detector} N_i V_i}{\sum_{i \in Cell} V_i} \quad (\text{セル平均検出器原子数密度})$$

$$\bar{\phi}^g = \frac{\sum_{i \in Cell} \phi_i^g V_i}{\sum_{i \in Cell} V_i} \quad (\text{エネルギー } g \text{ 群のセル平均中性子束})$$

$$V = \sum_{i \in Cell} V_i \quad (\text{セル体積})$$

i : セル内の領域

従って、(A-1)式より検出器断面積は以下のように表される。

$$\tilde{\sigma}_{Det}^g = \frac{\sum_{i \in Detector} N_i \sigma_i^g \phi_i^g V_i}{\bar{N}' \bar{\phi}^g V} \left( = \frac{\sum_{i \in Detector} N_i \sigma_i^g \phi_i^g V_i}{\sum_{i \in Detector} N_i V_i \cdot \bar{\phi}^g} \right) \quad (A-2)$$

また、検出器平均ミクロ反応率は次式で与えられる。

$$\bar{r}_{Det}^g = \frac{\sum_{i \in Detector} N_i \sigma_i^g \phi_i^g V_i}{\bar{N}V} \left( = \frac{\sum_{i \in Detector} N_i \sigma_i^g \phi_i^g V_i}{\sum_{i \in Detector} N_i V_i} \right) \quad (A-3)$$

(A-2)式の使用に関して注意すべきことは、炉心計算結果を用いて反応率を評価する際、セル計算では取り扱うことの出来なかった中性子勾配を考慮するため、検出器位置の中性子束を内外挿等により算出する必要があるということである。そのようにして得られた中性子束 $\Phi$ を用いることにより、最終的な(ミクロ)反応率は次式により与えられる。

$$\bar{r}_{Det}^g = \tilde{\sigma}_{Det}^g \frac{\sum_{i \in Detector} \Phi_i^g N_i V_i}{\sum_{i \in Detector} N_i V_i} \quad (A-4)$$

参考までに、実効断面積の算出過程は検出器断面積のものと大差はなく、セル内マクロ反応率に関する式、

$$R_{Cell}^g = \sum_{i \in Cell} N_i \sigma_i^g \phi_i^g V_i = \bar{N} \tilde{\sigma}^g \bar{\phi}^g V \quad (A-5)$$

を変形し、次式により表される。

$$\tilde{\sigma}^g = \frac{\sum_{i \in Cell} N_i \sigma_i^g \phi_i^g V_i}{\bar{N} \bar{\phi}^g V} \left( = \frac{\sum_{i \in Cell} N_i \sigma_i^g \phi_i^g V_i}{\sum_{i \in Cell} N_i V_i \cdot \bar{\phi}^g} \right) \quad (A-6)$$

ただし、

$$\bar{N} = \frac{\sum_{i \in Cell} N_i V_i}{\sum_{i \in Cell} V_i} \quad (\text{セル平均原子数密度})$$

である。

また、セル平均ミクロ反応率は次式で与えられる。

$$\bar{r}_{Cell}^g = \frac{\sum_{i \in Cell} N_i \sigma_i^g \phi_i^g V_i}{\bar{N}V} \left( = \frac{\sum_{i \in Cell} N_i \sigma_i^g \phi_i^g V_i}{\sum_{i \in Cell} N_i V_i} \right) \quad (A-7)$$

## A.2 反応率非均質補正の基礎理論

検出器断面積の代わりに格子計算による反応率非均質補正、あるいは、セルファクターを用いて反応率計算を行うことについて考える。炉心計算では、通常実効断面積が用いられ、それを基にした計算により得られた中性子束と掛け合わせることにより実効反応率が得られる。実効反応率にはセル内の非均質性に基づく平均的な分布効果は含まれているが、局所的な分布効果は含まれていない。そこで、(A-3)式と(A-7)式より得られる反応率を予め格子計算レベルでエネルギー群により和をとり、次式に示すとおり両者の比を非均質補正と置くわけである。

$$Het.Cor. = \frac{\bar{r}_{Det}}{\bar{r}_{Cell}} = \frac{1}{CF} \quad (A-8)$$

CF は JUPITER 解析におけるセルファクターを意味するが、単なる非均質補正の逆数である。

所要の反応率は、炉心計算により得られた検出器反応率に非均質補正を施すことにより、次式に示す通りに得られる。

$$\bar{r}_{Det}^{Final} = \sum_g \bar{r}_{FC}^g \times Het.Cor = \sum_g \bar{\sigma}_i^g \frac{\sum_{i \in Detector} \Phi_i^g N_i V_i}{\sum_{i \in Detector} N_i V_i} \times \frac{\bar{r}_{Det}}{\bar{r}_{Cell}} \quad (A-9)$$

以下は、典型的な例について示すこととする。

### A.3 1 次元セルモデルにおける核分裂計数管の取り扱い

1 次元セルモデルを用いた場合、核分裂計数管はセル内に一様に分布することになる。従って、(A-2)式において、 $N_i \equiv \bar{N}'$  とおくことにより、検出器断面積は次式により与えられることになる。

$$\bar{\sigma}_{FC}^g = \frac{\sum_{i \in Cell} \sigma_i^g \phi_i^g V_i}{\bar{\phi}^g V} = \frac{\sum_{i \in Cell} \sigma_i^g \phi_i^g V_i}{\sum_{i \in Cell} \phi_i^g V_i} = \bar{\sigma}^g \quad (A-10)$$

(A-10)式より明らかなように、反応率の寄与は体積重みである。従って、それらの寄与の目安となる反応率の相対分布（ピーキング）の算出は、平均値を体積荷重の反応率とし、次式を用いて行えばよい。

$$P_i^V = \frac{r_i}{\bar{r}^V} = \frac{\sum_{i \in Cell} \sigma_i^g \phi_i^g}{\sum_g \bar{\sigma}^g \bar{\phi}^g} \left( = \frac{\sum_{i \in Cell} \sigma_i^g \phi_i^g}{\sum_g \bar{\sigma}_{FC}^g \bar{\phi}^g} \right) \quad (A-11)$$

また、炉心計算結果を用いることによって得られる反応率は次式で与えられる。

$$\bar{r}_{FC}^{g,Final} = \bar{\sigma}_{FC}^g \frac{\sum_{i \in Cell} \Phi_i^g V_i}{\sum_{i \in Cell} V_i} = \bar{\sigma}^g \bar{\Phi}^g \quad (A-12)$$

(A-12)式をエネルギー群について和をとれば、所要の反応率が得られることとなる。

非均質補正を求める際の検出器平均反応率は次式、

$$\bar{r}_{FC}^g = \frac{\sum_{i \in Cell} \sigma_i^g \phi_i^g V_i}{\sum_{i \in Cell} V_i} \quad (A-13)$$

で与えられ、炉心計算により得られる反応率と併せて次式により求めることができる。

$$\bar{r}_{FC}^{Final} = \sum_g \bar{r}_{FC}^g \times Het.Cor = \sum_g \bar{\sigma}^g \bar{\Phi}^g \times \frac{\bar{r}_{FC}}{\bar{r}_{Cell}} \quad (A-14)$$

#### A.4 多次元セルモデルにおける核分裂計数管の取り扱い

核分裂計数管が独立に扱えるような多次元セルモデルの場合は、導出が非常に容易となる。計数管を単一領域として取り扱うと、検出器断面積は(A-2)式を用いて次の通り表される。

$$\tilde{\sigma}_{FC}^g = \sigma_{FC}^g \frac{\phi_{FC}^g}{\bar{\phi}^g} \quad (A-15)$$

また、検出器平均反応率は(A-3)より次式が容易に導き出せる。

$$\bar{r}_{FC}^g = \sigma_{FC}^g \phi_{FC}^g \quad (A-16)$$

この断面積計算あるいは反応率には、当然ながら多次元セル計算が必要であるが、モンテカルロ法を用いれば非常に高精度で求めることが可能であると期待できる。

検出器断面積を用いた場合の最終的な反応率は一次元の場合と類似で、検出器がセルに一様に分布することにより以下の通り表される。

$$\bar{r}_{FC}^{g,Final} = \tilde{\sigma}_{FC}^g \bar{\Phi}^g \quad (A-17)$$

非均質補正については(A-14)を用いればよい。

#### A.5 放射化箔の取り扱い

A.3 の場合と同様に放射化箔は 1 領域にしか存在しないため、その検出器断面積は(A-2)式を変形することにより次のように得られる。

$$\tilde{\sigma}_{Foil}^g = \frac{N_{Foil} \sigma_{Foil}^g \phi_{Foil}^g V_{Foil}}{N' \bar{\phi}^g V} = \sigma_{Foil}^g \frac{\phi_{Foil}^g}{\bar{\phi}} \quad (A-18)$$

また、反応率の算出は次式の通りである。

$$r_{Foil}^{g,Final} = \tilde{\sigma}_{Foil}^g \Phi_{Foil}^g \quad (A-19)$$

非均質補正計算のための検出器反応率は

$$r_{Foil}^g = \sigma_{Foil}^g \phi_{Foil}^g \quad (A-20)$$

で与えられ、最終的な反応率は次式で与えられる。

$$r_{Foil}^{Final} = \sum_g r_{Foil}^g \times Het.Corr = \sum_g \tilde{\sigma}^g \Phi_{Foil}^g \times \frac{r_{Foil}}{\bar{r}_{Cell}} \quad (A-21)$$

補足であるが、次式で表される平均値を体積数密度平均、すなわち、実効断面積と平均中性子束の積とした反応率相対分布（ピーキング）を計算しておけば、その逆数をとることにより容易にセルファクターを得ることが出来る。

$$P_i^{NV} = \frac{R_i}{\bar{R}^{NV}} = \frac{\sum_g \sigma_{Foil}^g \phi_{Foil}^g}{\sum_g \tilde{\sigma}^g \bar{\phi}^g} \quad (\text{A-22})$$

## **付録 B 解析に使用された基本計算結果**

## 付録B 解析に使用された基本計算結果

付録Bでは、本文で示した解析結果を得るために用いられた計算結果を示す。

臨界性：Table B.1-1

反応率分布：なし

炉中心反応率比：Table B.3-1、Table B.3-2、Table B.3-3

炉中心制御棒値値：Table B.4-1、Table B.4-2

炉中心Na ポイド反応度：Table B.5-1

Table B.1-1 Detailed data for the criticality analysis

Reference (transport calculation)	0.99494
Diffusion calculation with Benoit's anisotropic diffusion coefficients	0.99287
Diffusion calculation with Benoit's isotropic diffusion coefficients	0.99241
Void smeared with meat*	1.02042
Void smeared with shell*	1.01994

\*: Composition data was wrong

Table B.3-1 Detailed data for the reaction rate ratio analysis

Reaction type	Cell calculation	Core calculation		
	Critical buckling	Transport	Anisotropic	Isotropic
F25	1.7470	1.32E-04	1.33E-04	1.33E-04
F49	1.6685	1.26E-04	1.27E-04	1.27E-04
F28	0.0399	2.97E-06	2.99E-06	2.99E-06

All values are calculated reaction rates in the arbitrary unit.

Table B.3-2 Source reaction rates for the calculation of the cell averaging factor

	Plate-wise			Cell average		
	F49	F25	F28	F49	F25	F28
LEZ	1.66E+02	1.72E+02	4.21148	1.66E+02	1.70E+02	4.34471
MEZ	2.32E+02	2.34E+02	6.67947	2.32E+02	2.31E+02	6.57197
HEZ	1.70E+02	1.65E+02	5.55843	1.70E+02	1.65E+02	5.52511
Radial blanket	4.13E+03	4.87E+03	8.69365	4.11E+03	4.89E+03	8.68167
Axial blanket	2.32E+02	2.62E+02	3.74654	2.31E+02	2.61E+02	3.75002

Table B.3-3 Basic data for the effect of the reaction rate ratio

Index	Hex-Z	R-Z	RZ70G	RZ18G
F49/F25	0.968	0.967	0.954	0.955
F28/F25	0.0221	0.0220	0.0225	0.0225
Reaction	Hex-Z	R-Z	RZ70G	RZ18G
F25	1.01E-04	1.01E-04	1.33E-04	1.34E-04
F49	9.80E-05	9.77E-05	1.27E-04	1.28E-04
F28	2.24E-06	2.22E-06	2.99E-06	3.01E-06

Hex-Z: Regeion averaged value obtaind from the 3D Hex-Zcore calculation

R-Z: Regeion averaged value obtaind from the 2D R-Z core calculation

RZ70G: Value at the core center obtained from the 70-group 2D RZ core calculation

RZ18G: Value at the core center obtained from the 18-group 2D RZ core calculation

Table B.4-1 Basic data for the control rod worth calculation

Group, geometry, theory of calculation	Eigenvalues		Control rod worth
	CR-out	CR-in	
70G RZ Transport	0.99494	0.99024	0.477
70G RZ Diffusion*	0.99287	0.98823	0.473
70G RZ Diffusion**	0.99241	0.98779	0.471
18G RZ Diffusion*	0.99280	0.98823	0.465
18G HexZ Diffusion*	0.99280	0.98795	0.494

\*: Diffusion calculation with Benoist's anisotropic diffusion coefficients

\*\*: Diffusion calculation with Benoist's isotropic diffusion coefficients

Unit of control rod worth: %Delta-k/kk'

Table B.4-2 Basic data for the evaluation of the lumping effect of the control rod worth

Homogenizing method	Eigenvalues		Control rod worth	Relative difference [%]
	CR-out	CR-in		
Volume weighting	0.99287	0.98823	0.473	(Ref.)
Flux volume weighting	0.99287	0.98825	0.471	-0.37
Reaction preservation	0.99287	0.98826	0.470	-0.63

\*: Homogenized composition was used

Unit of control rod worth: %Delta-k/kk'

Table B.5-1 Basic data for the analyses on the Na void reactivity in the center of BFS-62-1

	Non-Leak	Leakage	Total
Transport (Air)	10.07	-16.00	-5.92
Transport (SS)	10.04	-15.90	-5.86
Diffusion (Aniso, SS)	10.40	-18.25	-7.85
Diffusion (Iso, SS)	10.46	-19.15	-8.69

Unit: pcm

Remarks

Air: The vacancy was filled with air.

SS: The vacancy was filled with support (SS).

Aniso: Anisotropic Benoist's diffusion coefficients were used.

Iso: Isotropic Benoist's diffusion coefficients were used.

## **付録 C BFS-62-1 炉心領域別均質原子数密度**

表C.1 BFS-62-1炉心領域別均質原子数密度 (1/3)

(unit:1.0E+24/cc)

核種\領域	LEZ Fuel (New Na)	LEZ Fuel (Mixed* Na)	MEZ Fuel (Mixed* Na)	HEZ Fuel (Mixed* Na, 36% New Fuel)	HEZ Fuel (Mixed* Na, U-235 36% BRIG Fuel)	Radial Blanket
U235	1.18789E-03	1.18788E-03	1.47861E-03	1.86457E-03	1.86100E-03	5.85998E-05
U238	6.78211E-03	6.78210E-03	6.75803E-03	7.01266E-03	7.00848E-03	1.40277E-02
C	3.02518E-04	3.02518E-04	4.02363E-04	3.66694E-04	3.66696E-04	6.97860E-04
O	1.32930E-02	1.32930E-02	1.32427E-02	1.41546E-02	1.41547E-02	2.82017E-02
Na	6.57408E-03	6.57713E-03	6.26263E-03	5.63628E-03	5.63633E-03	-
Al	5.02916E-03	5.02916E-03	2.41703E-03	4.00904E-03	4.00888E-03	4.54813E-03
Ti	1.20333E-04	1.20335E-04	1.37022E-04	1.32007E-04	1.32008E-04	4.39834E-05
Cr	3.16144E-03	3.16147E-03	3.63972E-03	3.46564E-03	3.46565E-03	1.17619E-03
Mn	2.49343E-04	2.49345E-04	2.90141E-04	2.76103E-04	2.76104E-04	9.27660E-05
Fe	1.14678E-02	1.14679E-02	1.31855E-02	1.25834E-02	1.25833E-02	4.47076E-03
Ni	1.47830E-03	1.47831E-03	1.70410E-03	1.62248E-03	1.62249E-03	5.49990E-04
Cu	-	-	-	-	-	-
H	4.84039E-06	1.94757E-04	1.85861E-04	1.67883E-04	1.67884E-04	1.07008E-05
B10	-	-	-	-	-	-
B11	-	-	-	-	-	-
N14	-	-	-	-	-	-

\*Mixed Na : New NaとOld Naの比が1:2となるように混合

表C.1 BFS-62-1炉心領域別均質原子数密度 (2/3)

(unit:1.0E+24/cc)

核種\領域	Upper and Lower Axial Blanket (Old Na)	Upper and Lower Axial Blanket (Mixed* Na)	Upper and Lower Axial Blanket (New Na)	Control Rod Follower (Mixed* Na)	Compensation Rod Absorber (Mixed* Na)	Compensation Rod Absorber (New Na)
U235	3.87374E-05	3.87374E-05	3.87373E-05	-	-	-
U238	9.27199E-03	9.27199E-03	9.27197E-03	-	-	-
C	4.98385E-04	4.98384E-04	4.98384E-04	1.47573E-04	6.03612E-03	6.03610E-03
O	1.86406E-02	1.86406E-02	1.86406E-02	-	-	-
Na	5.51085E-03	5.50958E-03	5.50703E-03	1.09409E-02	9.74392E-03	9.73945E-03
Al	3.14708E-03	3.14708E-03	3.14707E-03	5.57880E-04	1.74634E-04	1.74629E-04
Ti	8.67309E-05	8.67305E-05	8.67297E-05	2.29248E-04	7.17622E-05	7.17603E-05
Cr	2.31933E-03	2.31931E-03	2.31928E-03	6.13046E-03	1.91903E-03	1.91898E-03
Mn	1.82925E-04	1.82924E-04	1.82922E-04	4.83511E-04	1.51354E-04	1.51350E-04
Fe	8.49258E-03	8.49253E-03	8.49243E-03	2.20167E-02	6.89196E-03	6.89178E-03
Ni	1.08452E-03	1.08452E-03	1.08451E-03	2.86662E-03	8.97348E-04	8.97325E-04
Cu	-	-	-	-	-	-
H	2.45712E-04	1.66166E-04	7.07433E-06	3.15924E-04	2.81360E-04	
B10	-	-	-	-	4.76799E-03	4.76799E-03
B11	-	-	-	-	1.91917E-02	1.91917E-02
N14	-	-	-	-	-	-

\*Mixed Na : New NaとOld Naの比が1:2となるように混合

表C.1 BFS-62-1炉心領域別均質原子数密度 (3/3)

(unit:1.0E+24/cc)

核種 領域	Follower New Na	Upper Axial Shiled	SS Supporter	Cu Pellet	B4C (Safty Rod Absorber)	AIR
C	1.47571E-04	2.08535E-04	4.57159E-05	4.57159E-05	1.49861E-02	7.58470E-09
O	-	-	-	-	-	1.05380E-05
Na	1.09359E-02	8.15692E-03	-	-	-	-
Al	5.57874E-04	7.88342E-04	1.72823E-04	1.72823E-04	1.07034E-04	-
Ti	2.29246E-04	3.23951E-04	7.10177E-05	7.10177E-05	4.39834E-05	-
Cr	6.13040E-03	8.66294E-03	1.89913E-03	1.89913E-03	1.17619E-03	-
Mn	4.83506E-04	6.83247E-04	1.49784E-04	1.49784E-04	9.27660E-05	-
Fe	2.20165E-02	3.11119E-02	6.82046E-03	6.82046E-03	4.22412E-03	-
Ni	2.86660E-03	4.05083E-03	8.88038E-04	8.88038E-04	5.49990E-04	-
Cu	-	-	-	6.33171E-02	-	-
H	-	1.70871E-04	-	-	-	7.19910E-09
B10	-	-	-	-	1.19064E-02	-
B11	-	-	-	-	4.79247E-02	-
N14	-	-	-	-	-	3.90990E-05

\*Mixed Na : New NaとOld Naの比が1:2となるように混合

## **付録 D BFS-62-1 炉心 2 次元 RZ 体系図**

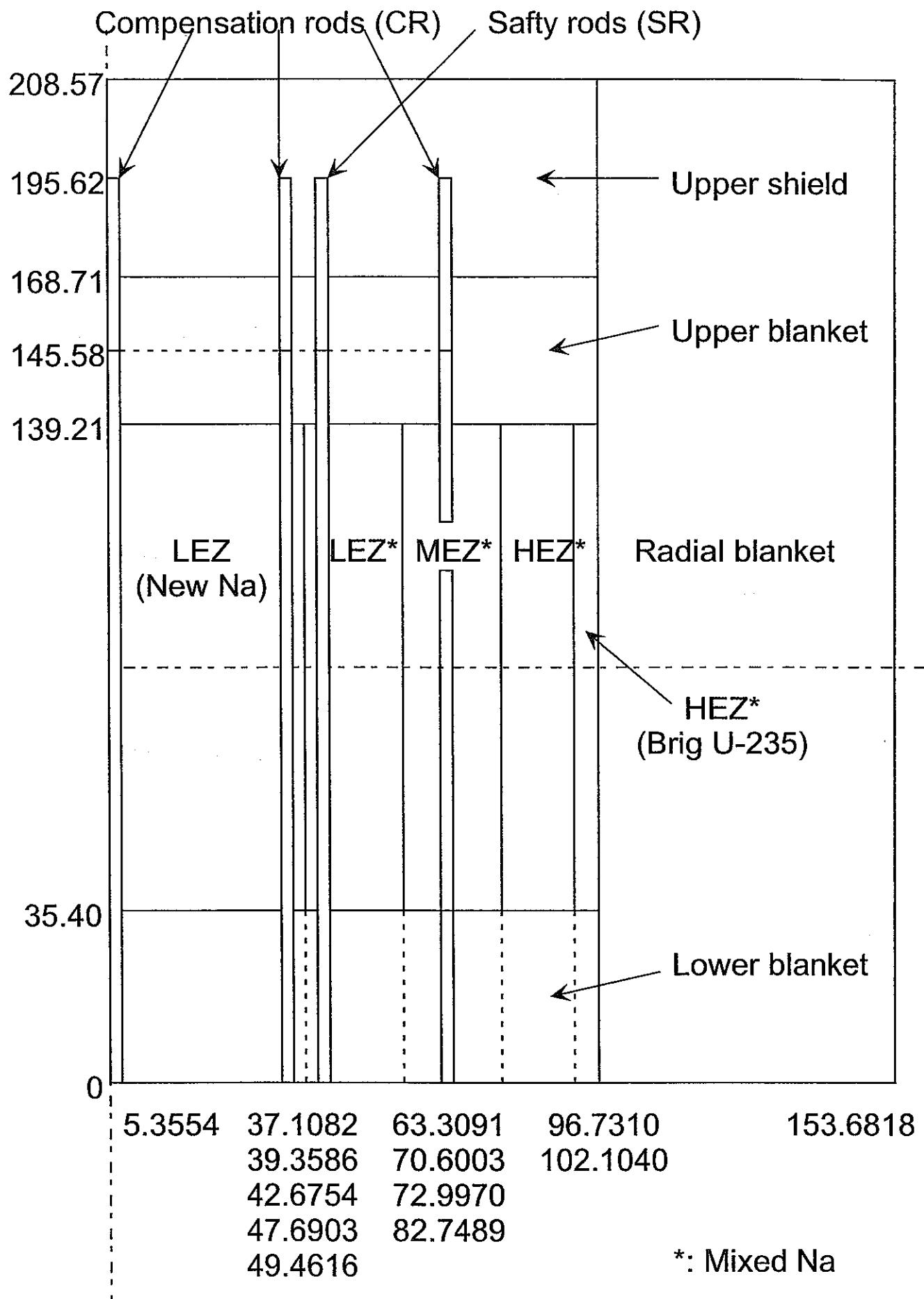


Fig.D.1 The geometrical data of the BFS-62-1 assembly  
- Criticality measurement -

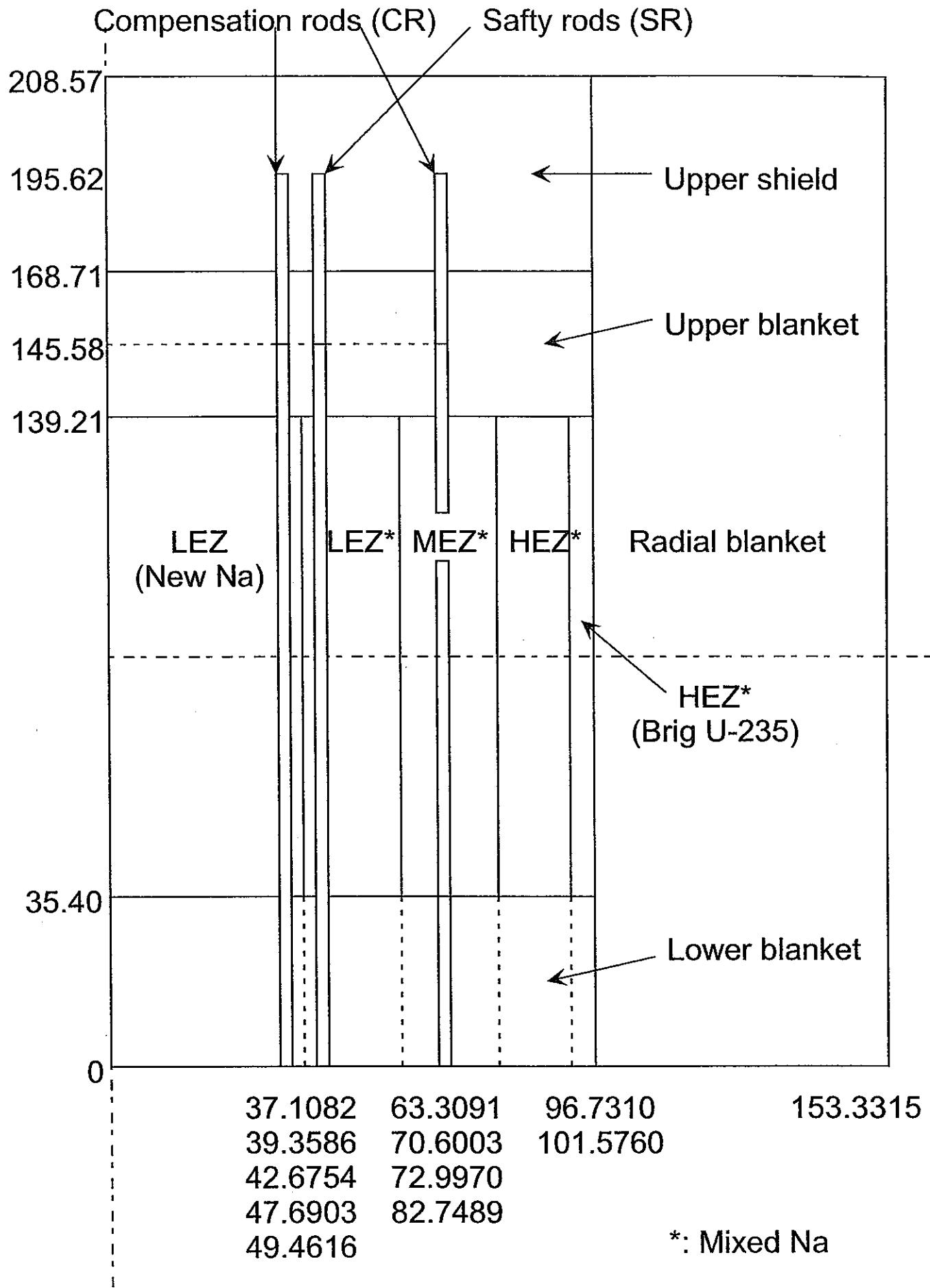


Fig.D.2 The geometrical data of the BFS-62-1 assembly  
- Reaction rate measurement -

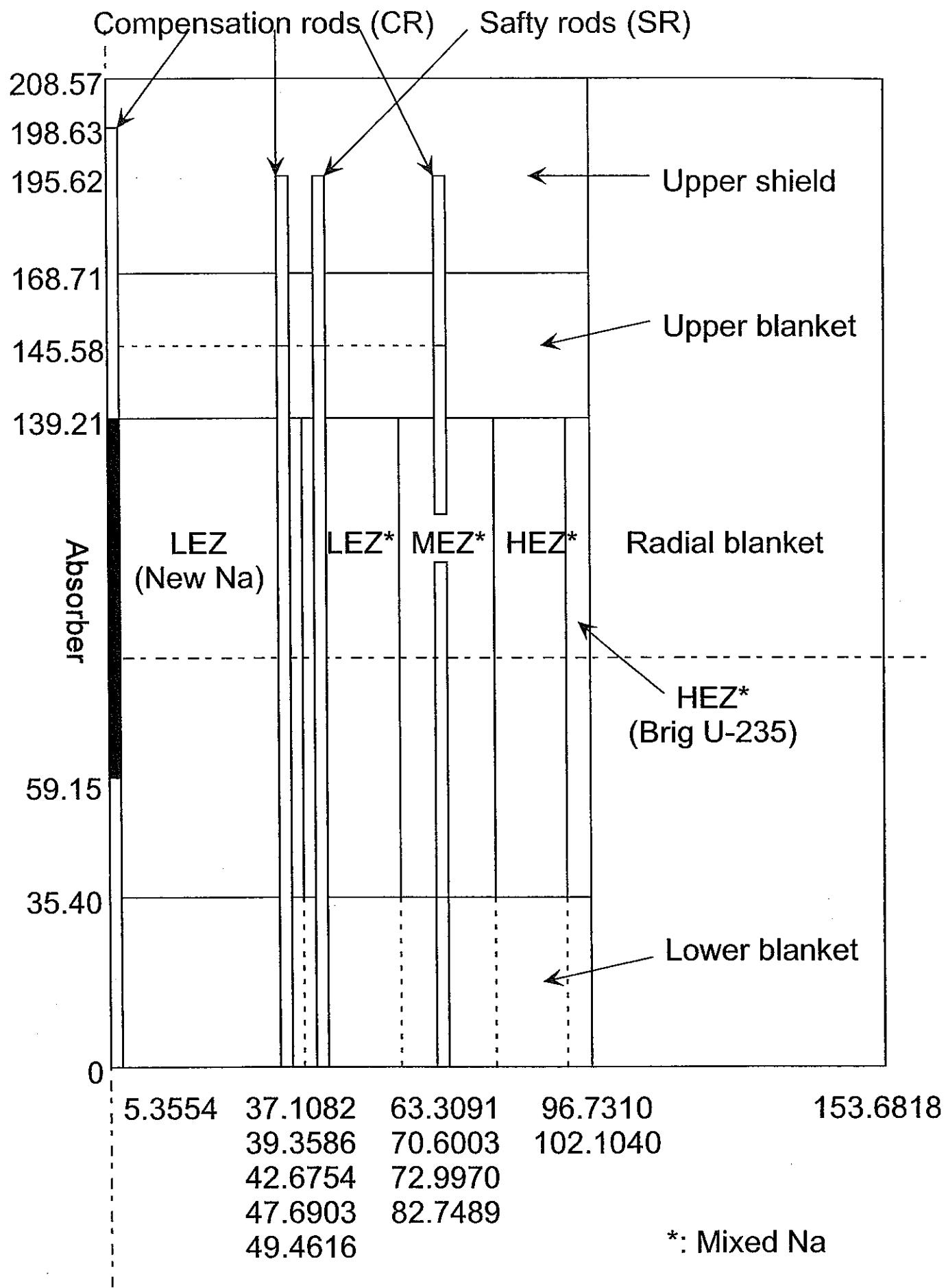


Fig.D.3 The geometrical data of the BFS-62-1 assembly  
- Control rod worth measurement -

**付録 E BFS-62-1 炉心の各核特性における感  
度係数一覧**

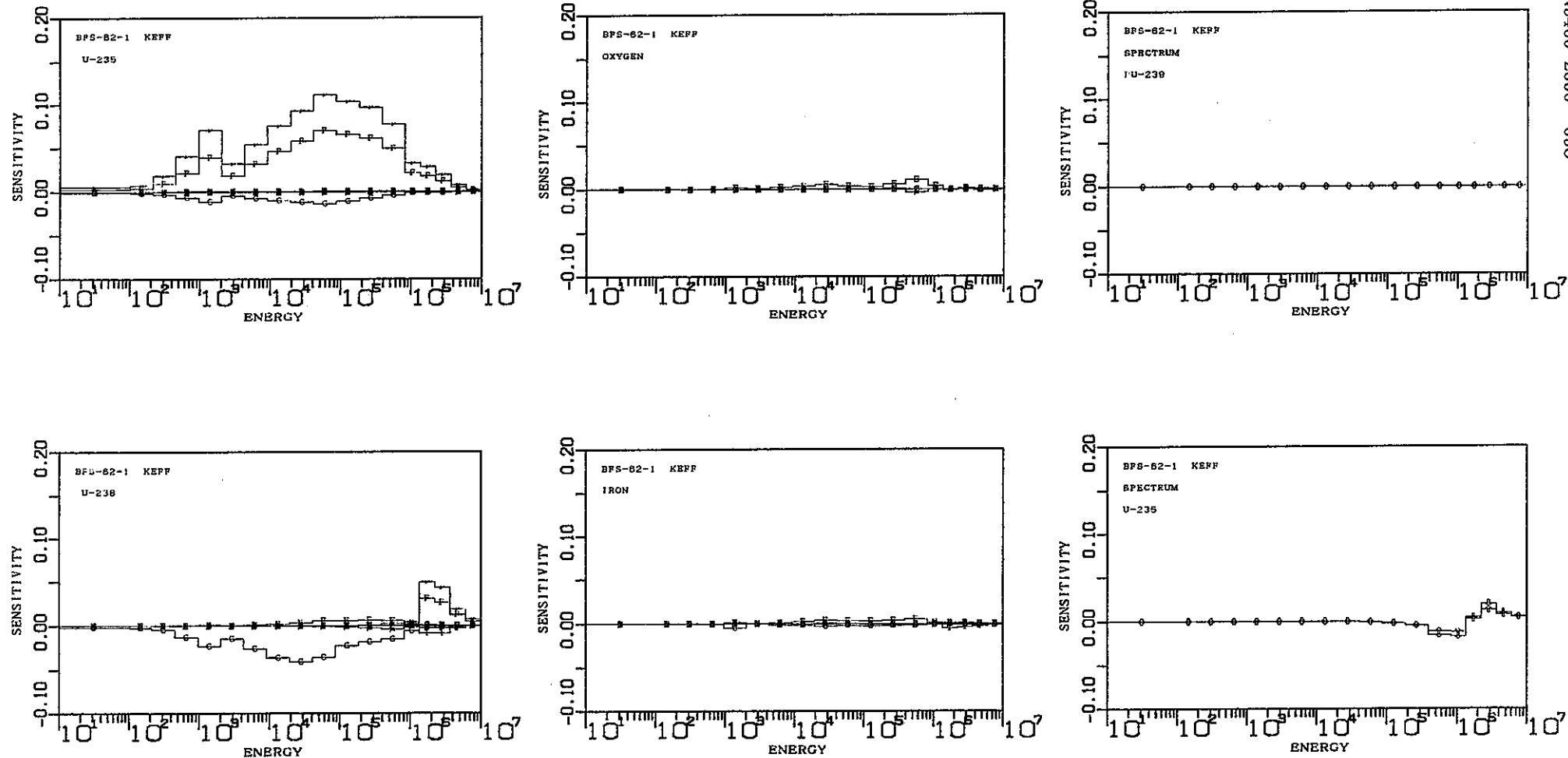


Fig.E.1 BFS-62-1 炉心：臨界性に対する感度係数

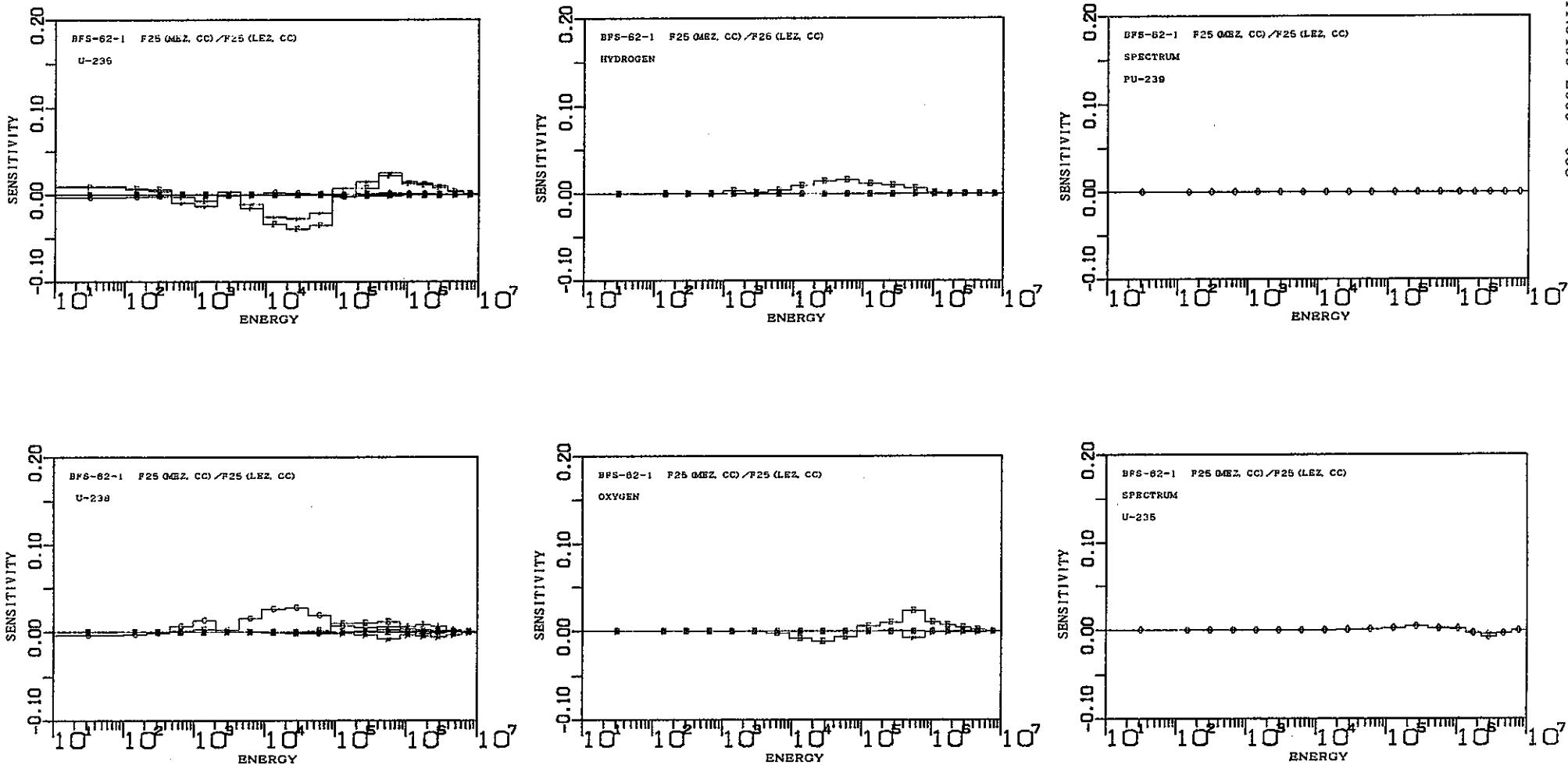


Fig.E.2 BFS-62-1 炉心：反応率分布(F25(MEZ,CC)/F25(LEZ,CC))に対する感度係数

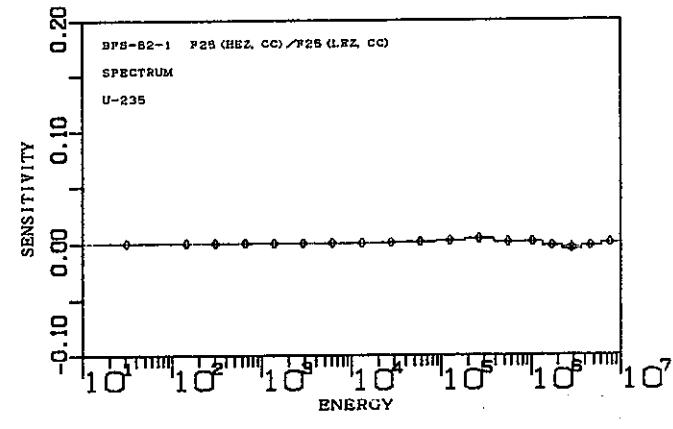
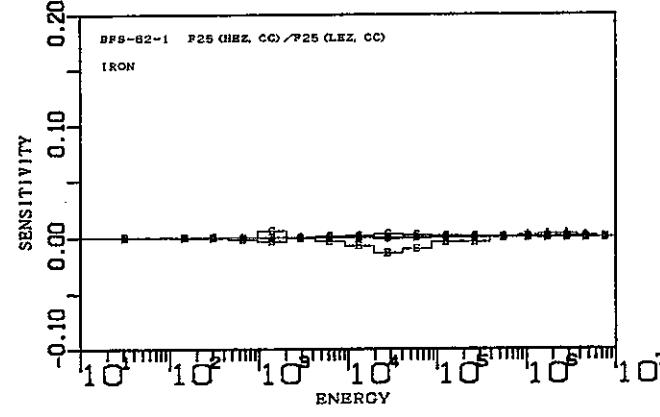
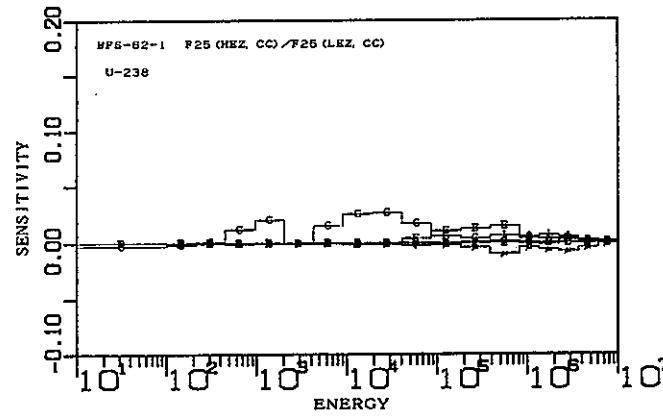
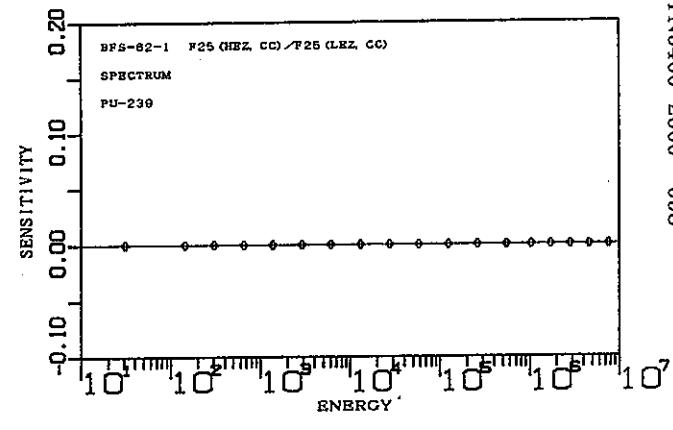
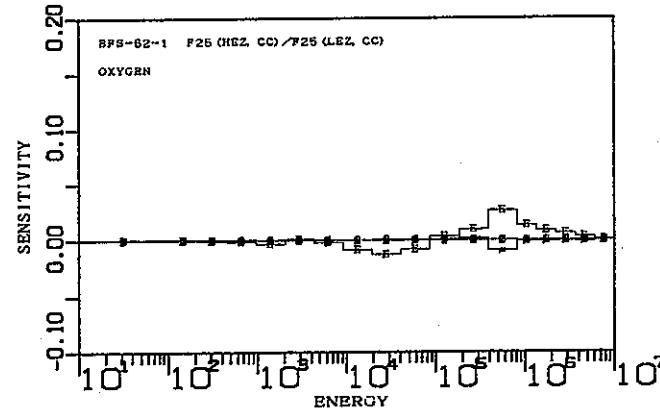
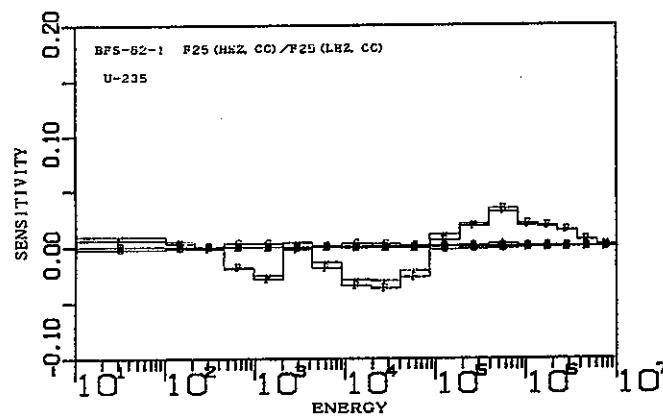


Fig.E.3 BFS-62-1 炉心：反応率分布(F25(HEZ,CC)/F25(LEZ,CC))に対する感度係数

E - 4 (15)

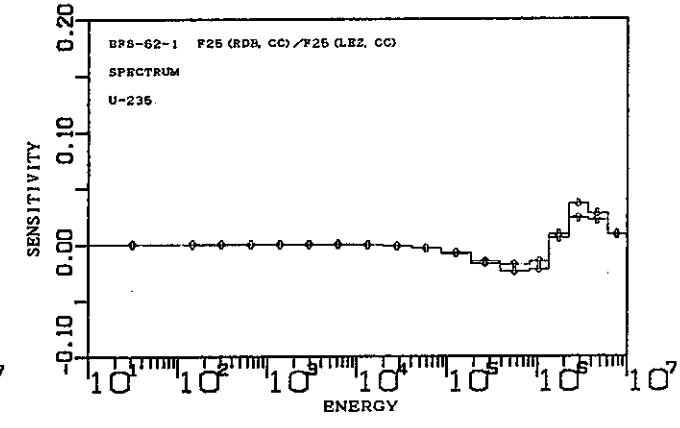
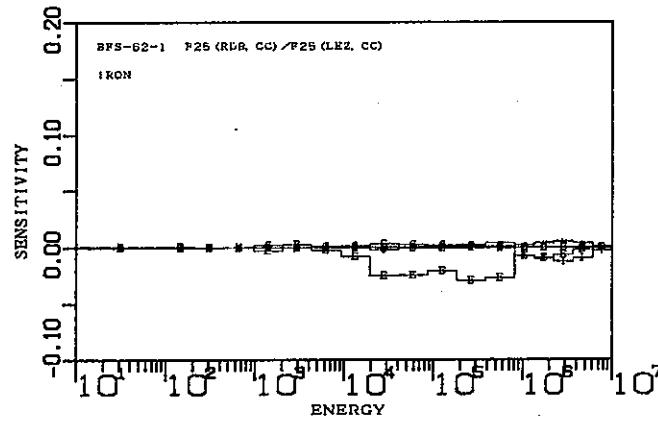
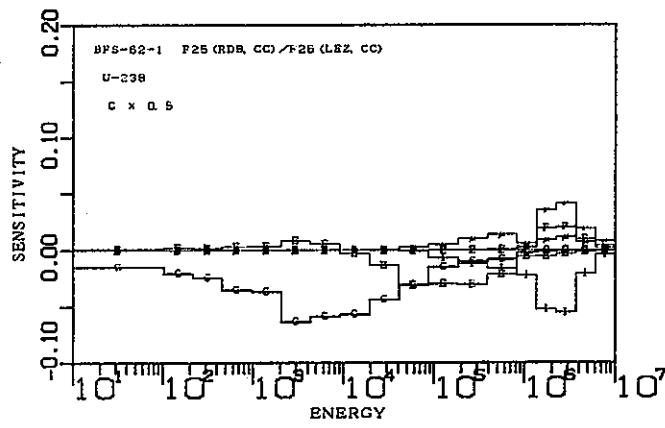
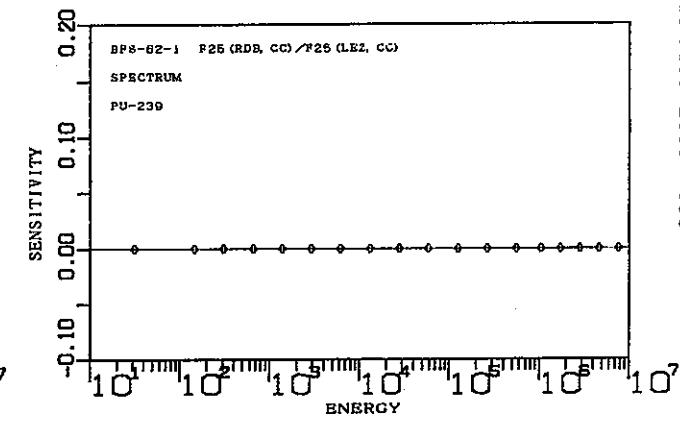
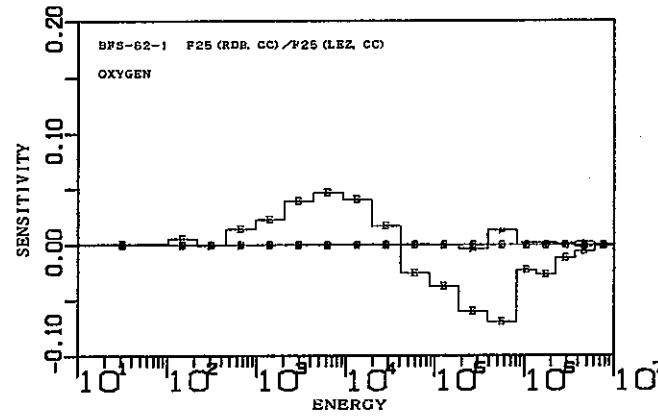
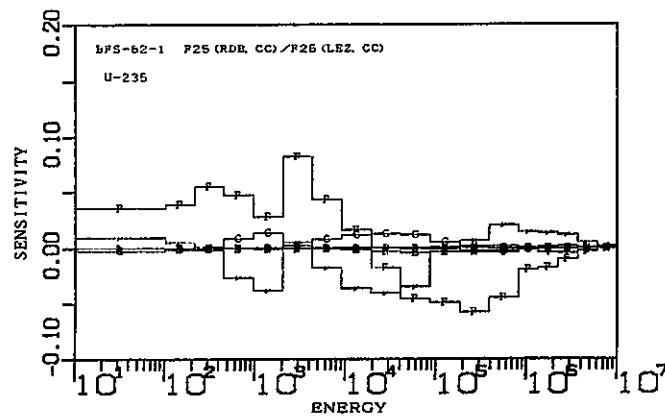


Fig.E.4 BFS-62-1 炉心：反応率分布(F25(RDB,CC)/F25(LEZ,CC))に対する感度係数

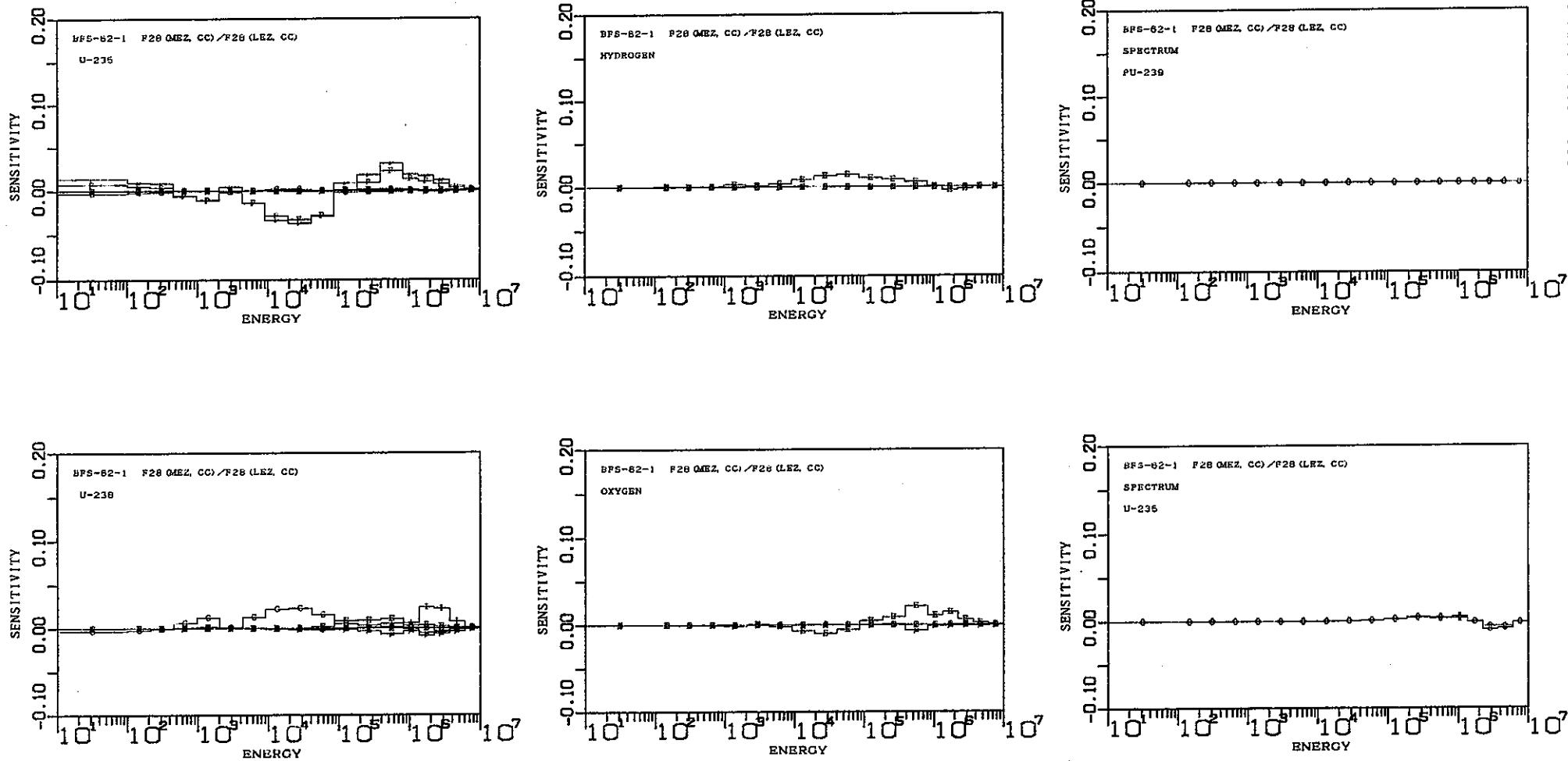


Fig.E.5 BFS-62-1 炉心：反応率分布(F28(MEZ,CC)/F28 (LEZ,CC))に対する感度係数

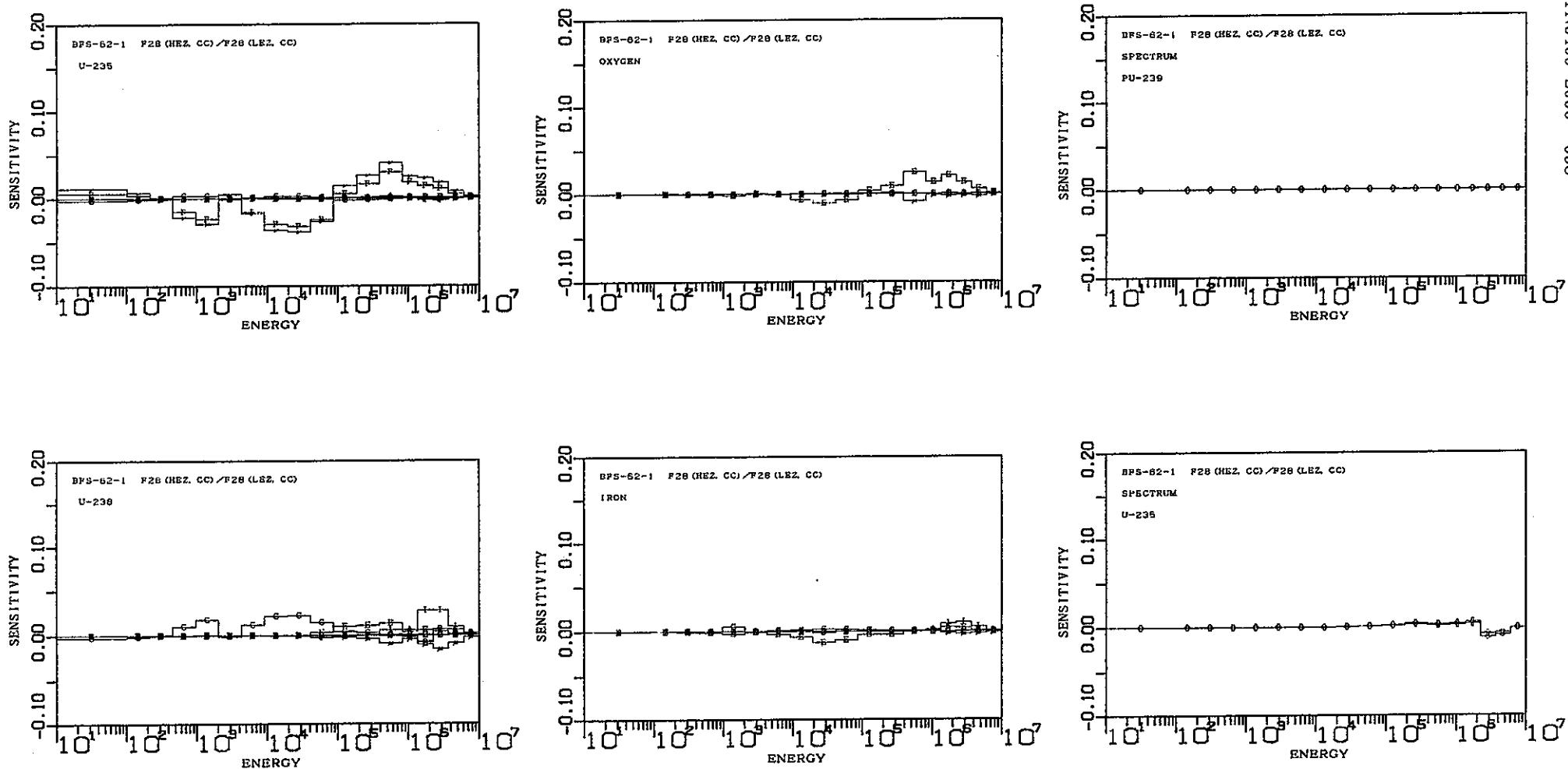


Fig.E.6 BFS-62-1 炉心：反応率分布(F28(HEZ,CC)/F28 (LEZ,CC))に対する感度係数

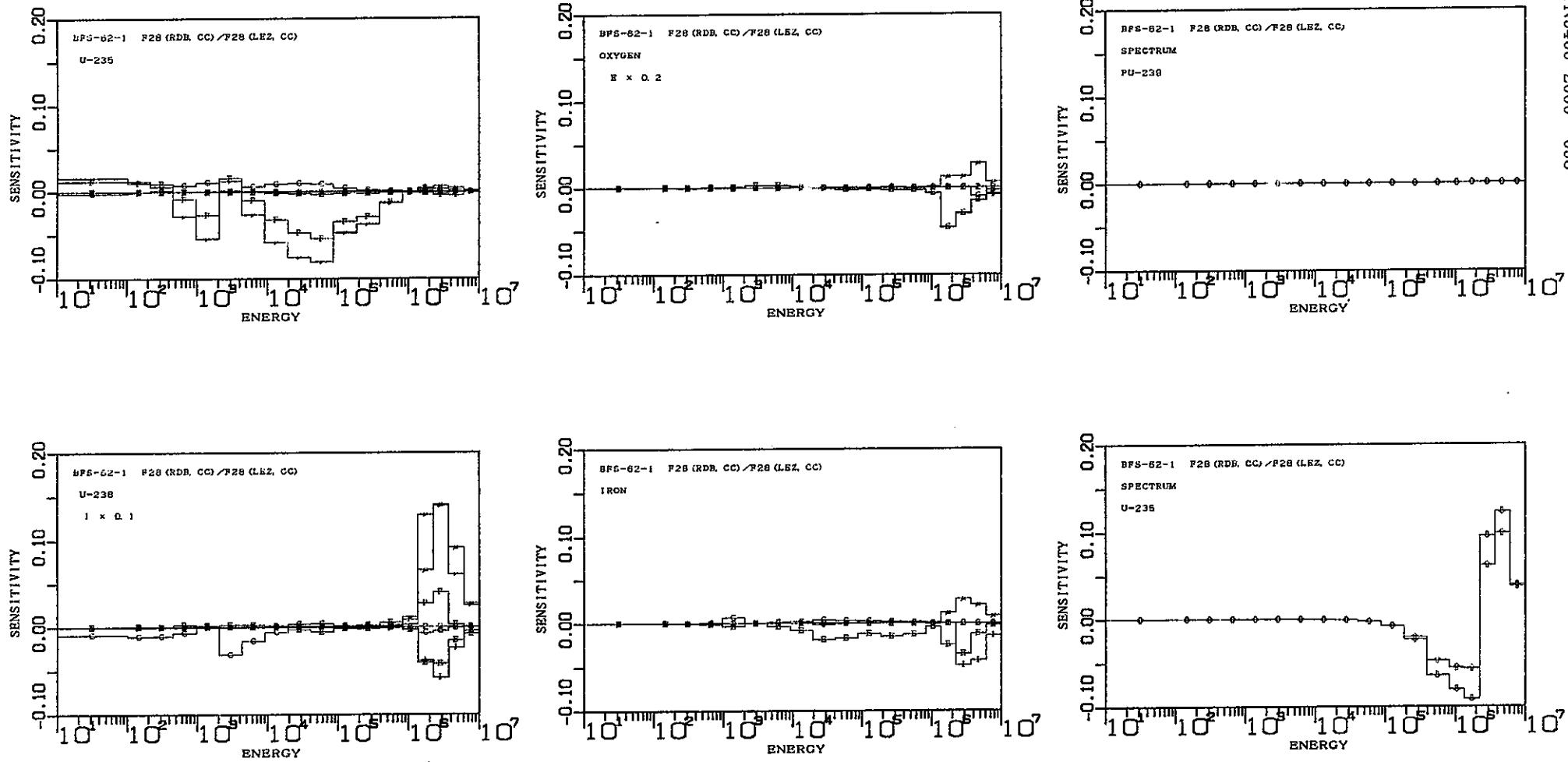


Fig.E.7 BFS-62-1 炉心：反応率分布(F28(RDB,CC)/F28 (LEZ,CC))に対する感度係数

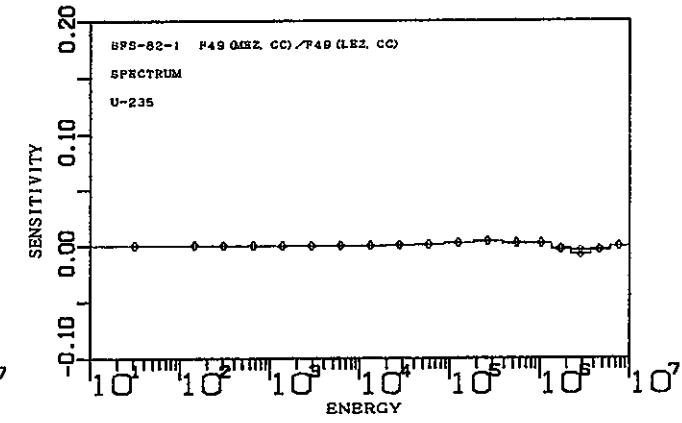
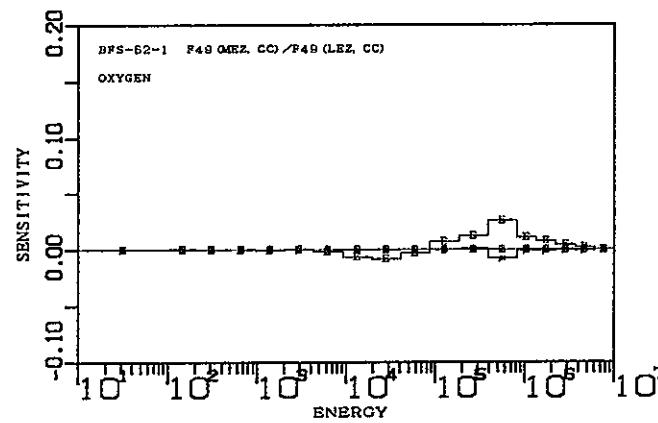
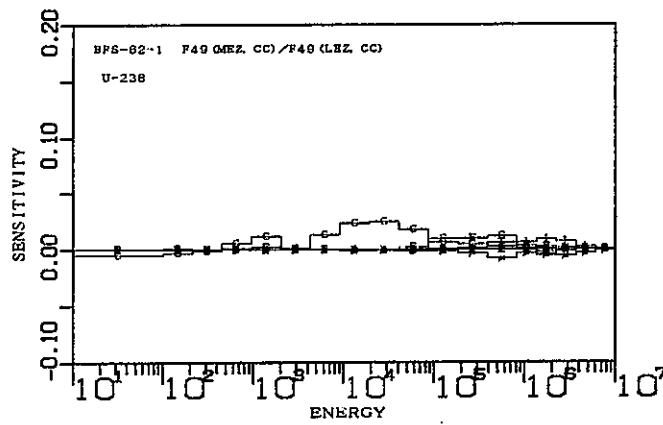
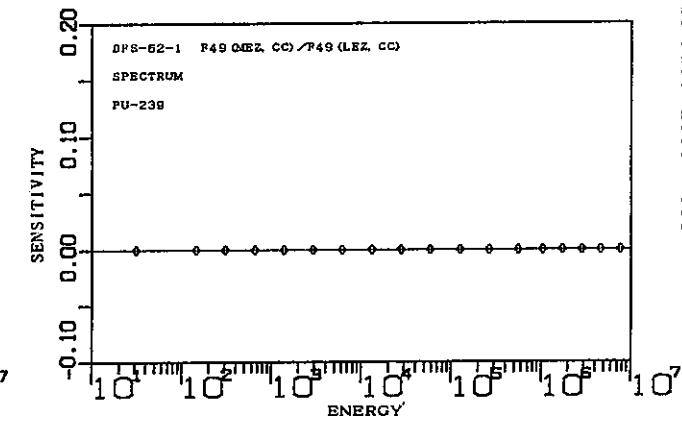
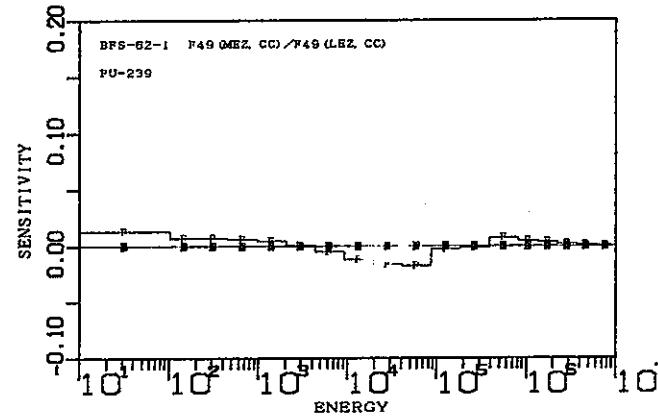
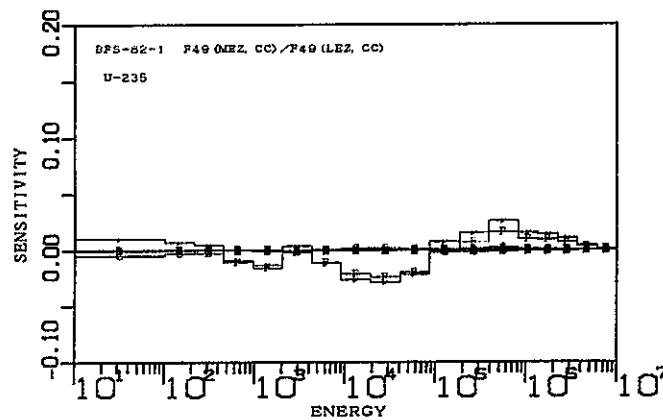


Fig.E.8 BFS-62-1 炉心：反応率分布(F49(MEZ,CC)/F49 (LEZ,CC))に対する感度係数

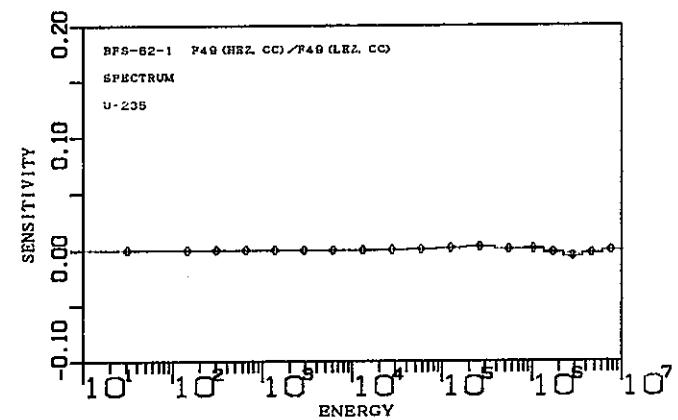
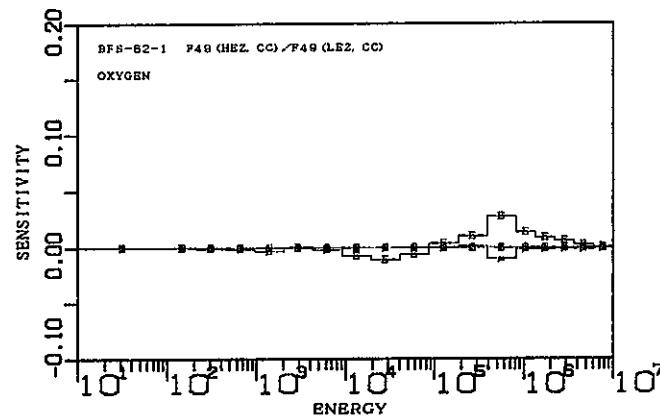
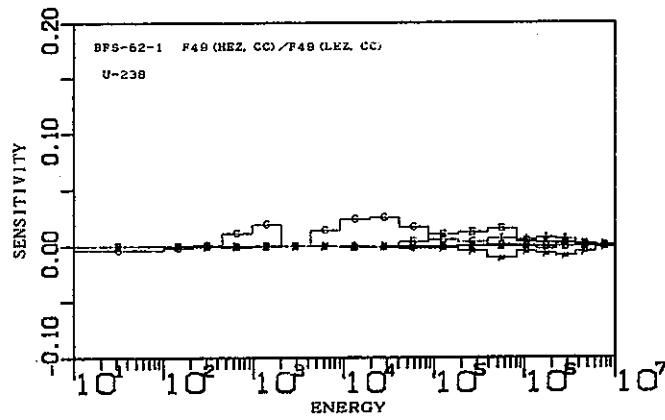
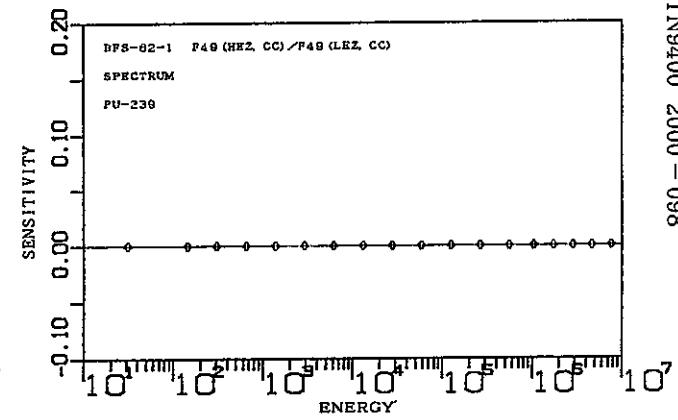
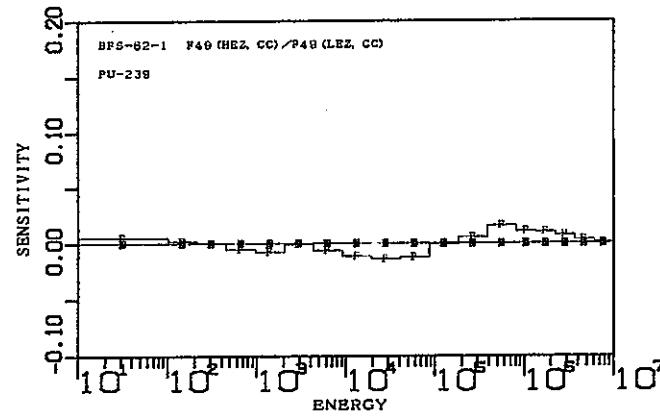
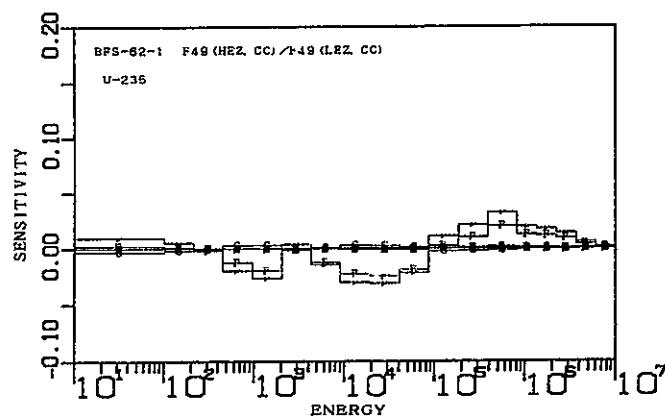


Fig.E.9 BFS-62-1 炉心：反応率分布(F49(HEZ,CC)/F49 (LEZ,CC))に対する感度係数

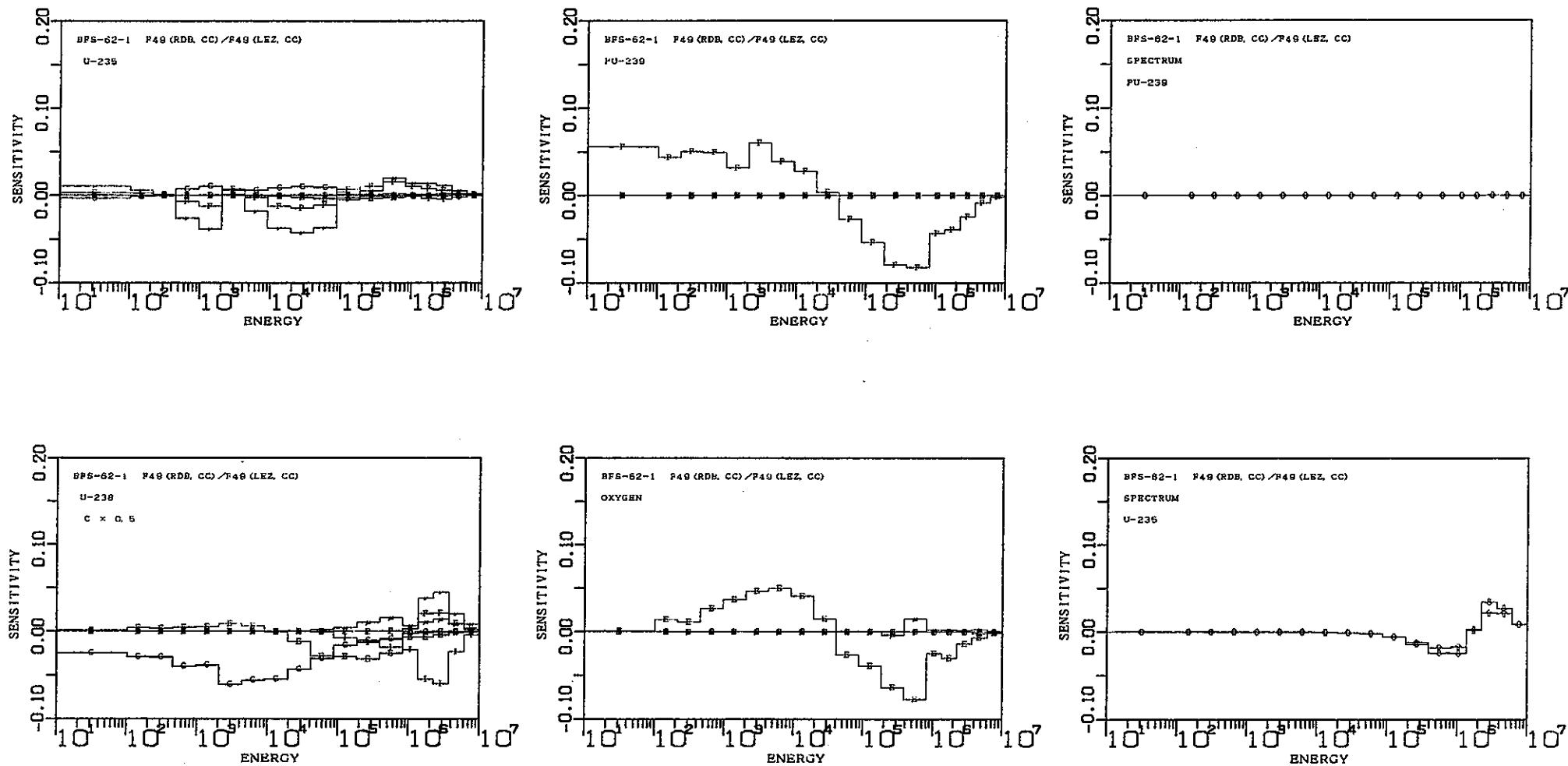


Fig.E.10 BFS-62-1 炉心：反応率分布(F49(RDB,CC)/F49 (LEZ,CC))に対する感度係数

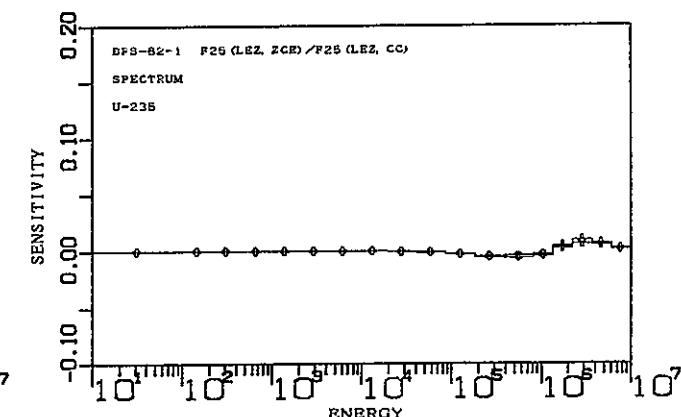
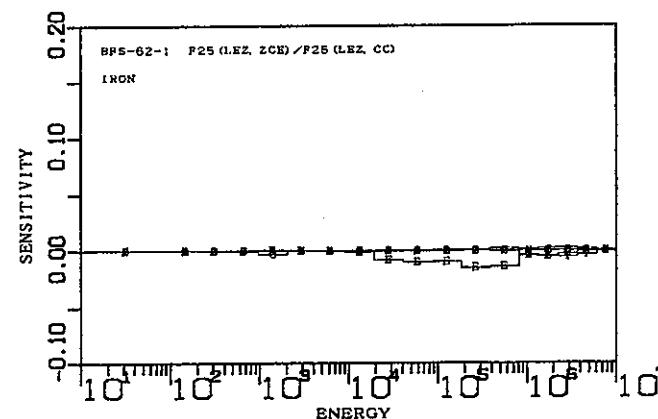
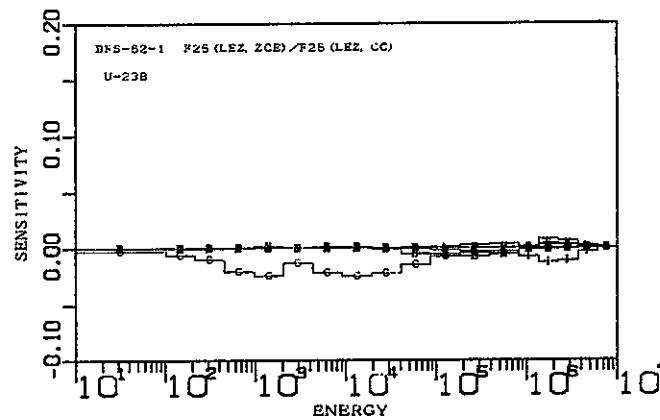
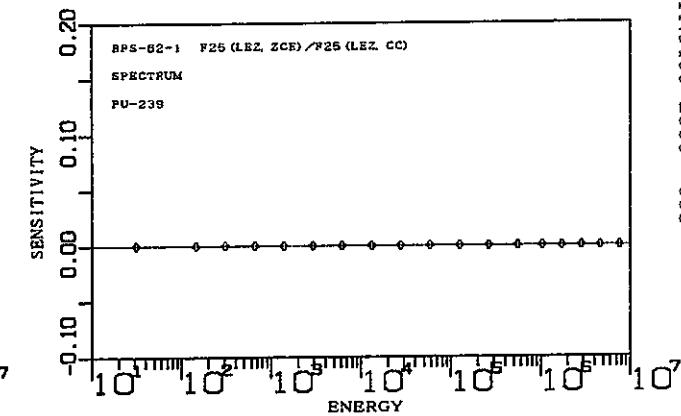
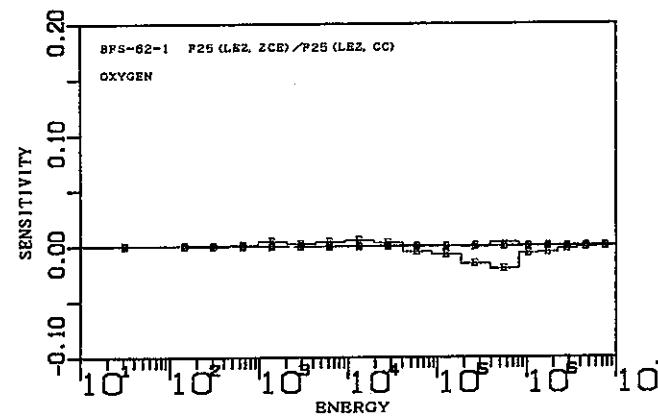
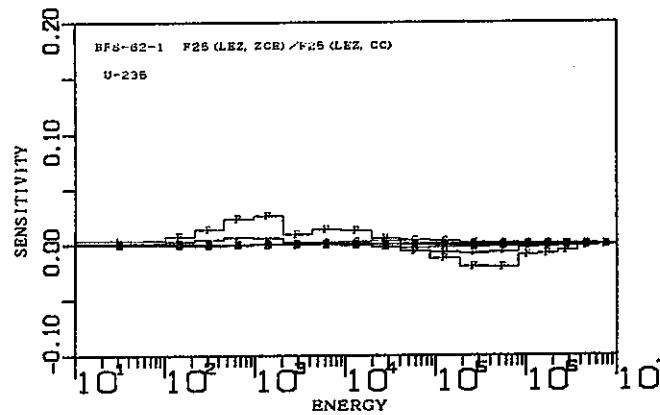


Fig.E.11 BFS-62-1 炉心：反応率分布(P25(LEZ,ZCE)/P25(LEZ,CC))に対する感度係数

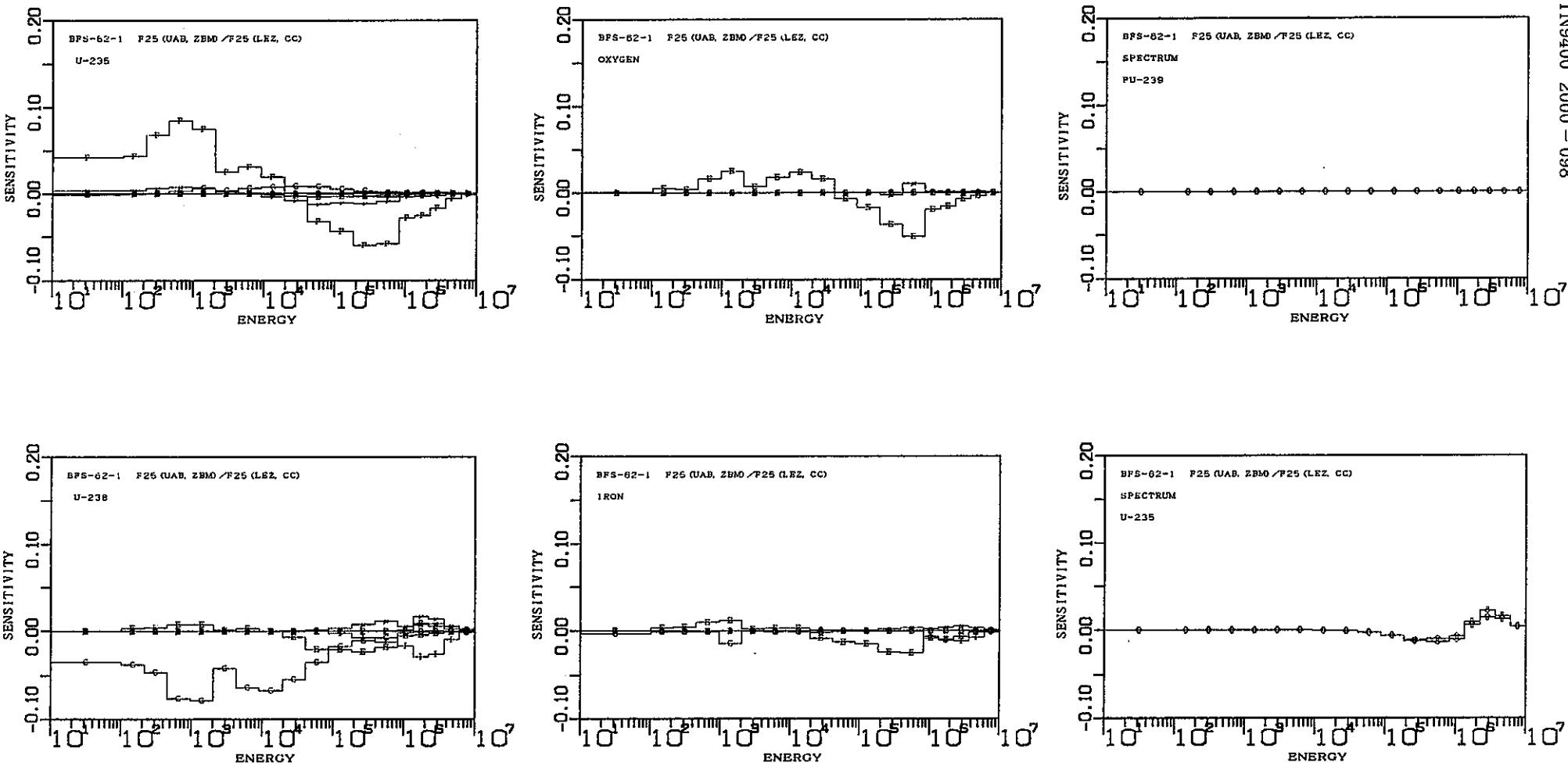


Fig.E.12 BFS-62-1 炉心：反応率分布(F25(UAB,ZBM)/F25(LEZ,CC))に対する感度係数

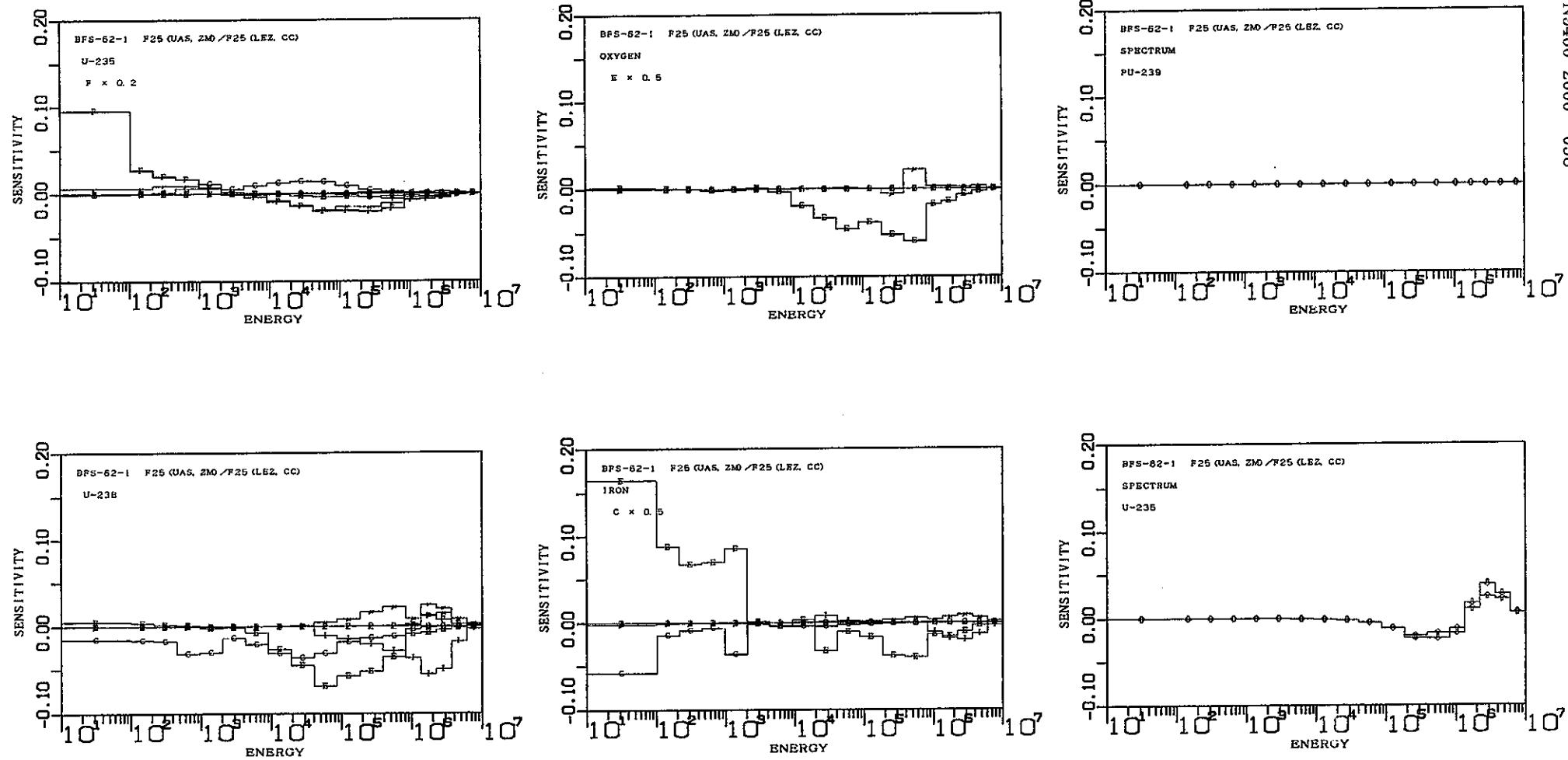


Fig.E.13 BFS-62-1 炉心：反応率分布(F25(UAS,ZM)/F25(LEZ,CC))に対する感度係数

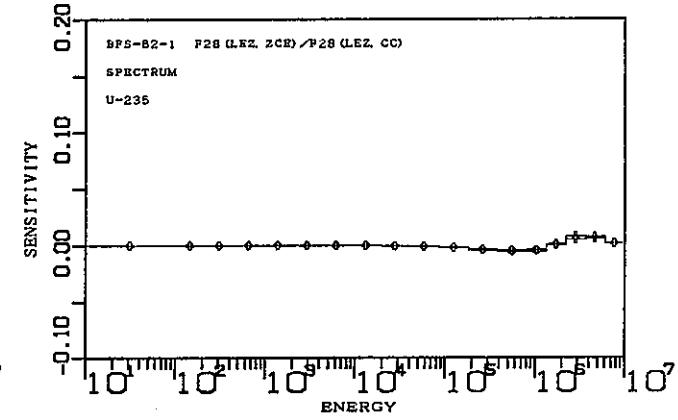
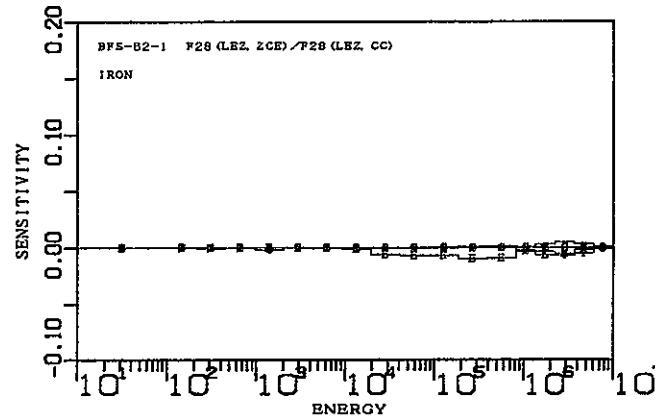
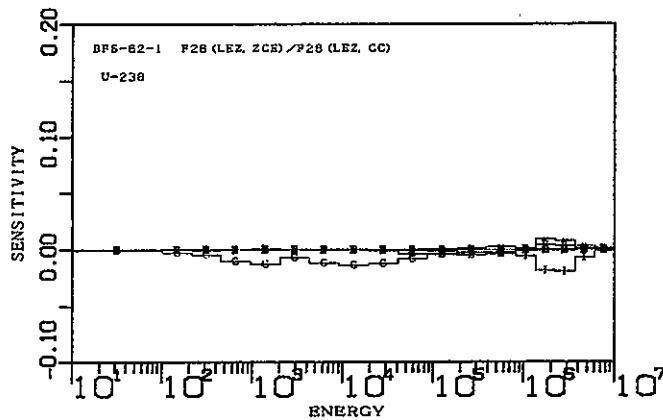
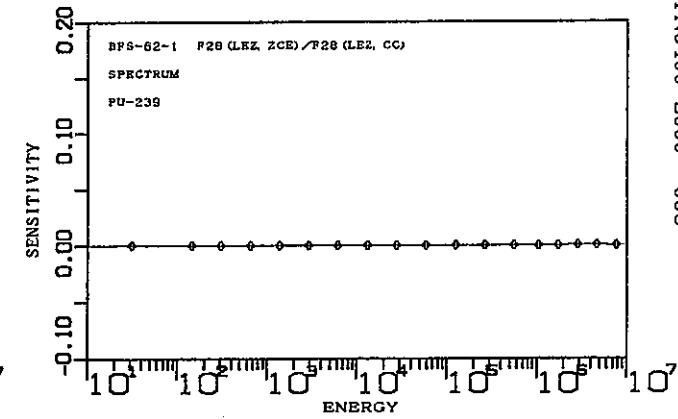
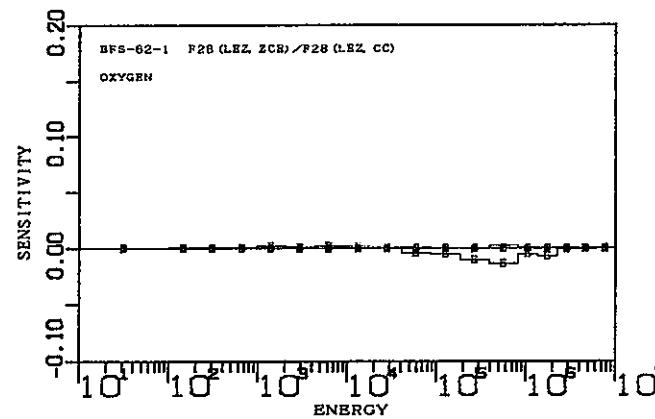
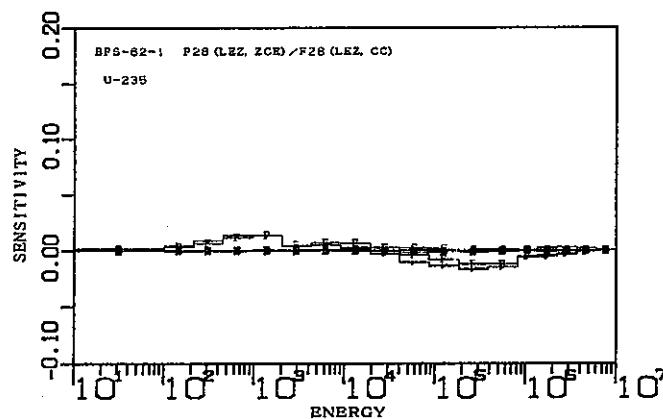


Fig.E.14 BFS-62-1 炉心：反応率分布(F28(LEZ, ZCE)/F28 (LEZ,CC))に対する感度係数

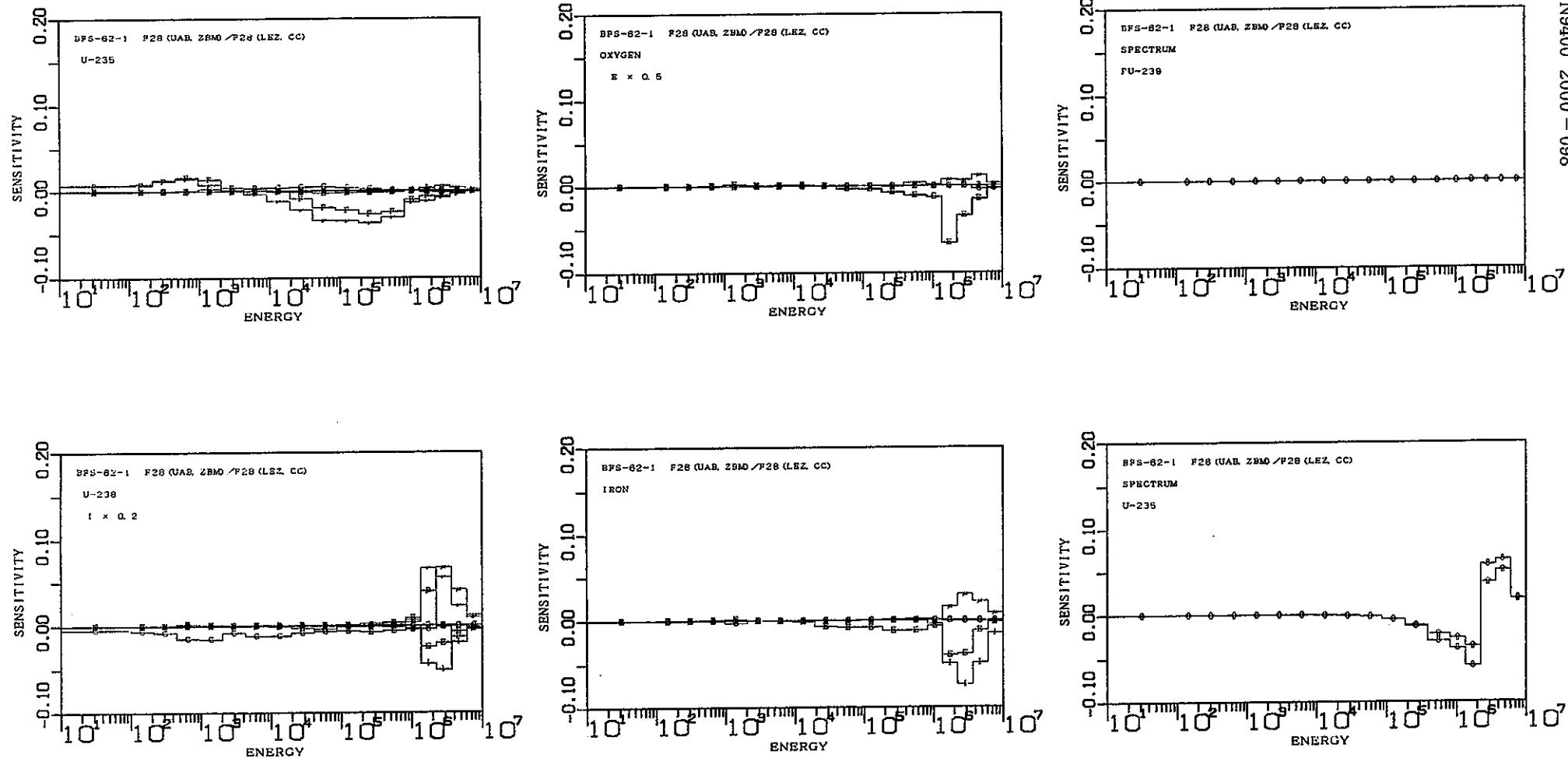


Fig.E.15 BFS-62-1 炉心：反応率分布(F28(UAB, ZBM)/F28 (LEZ,CC))に対する感度係数

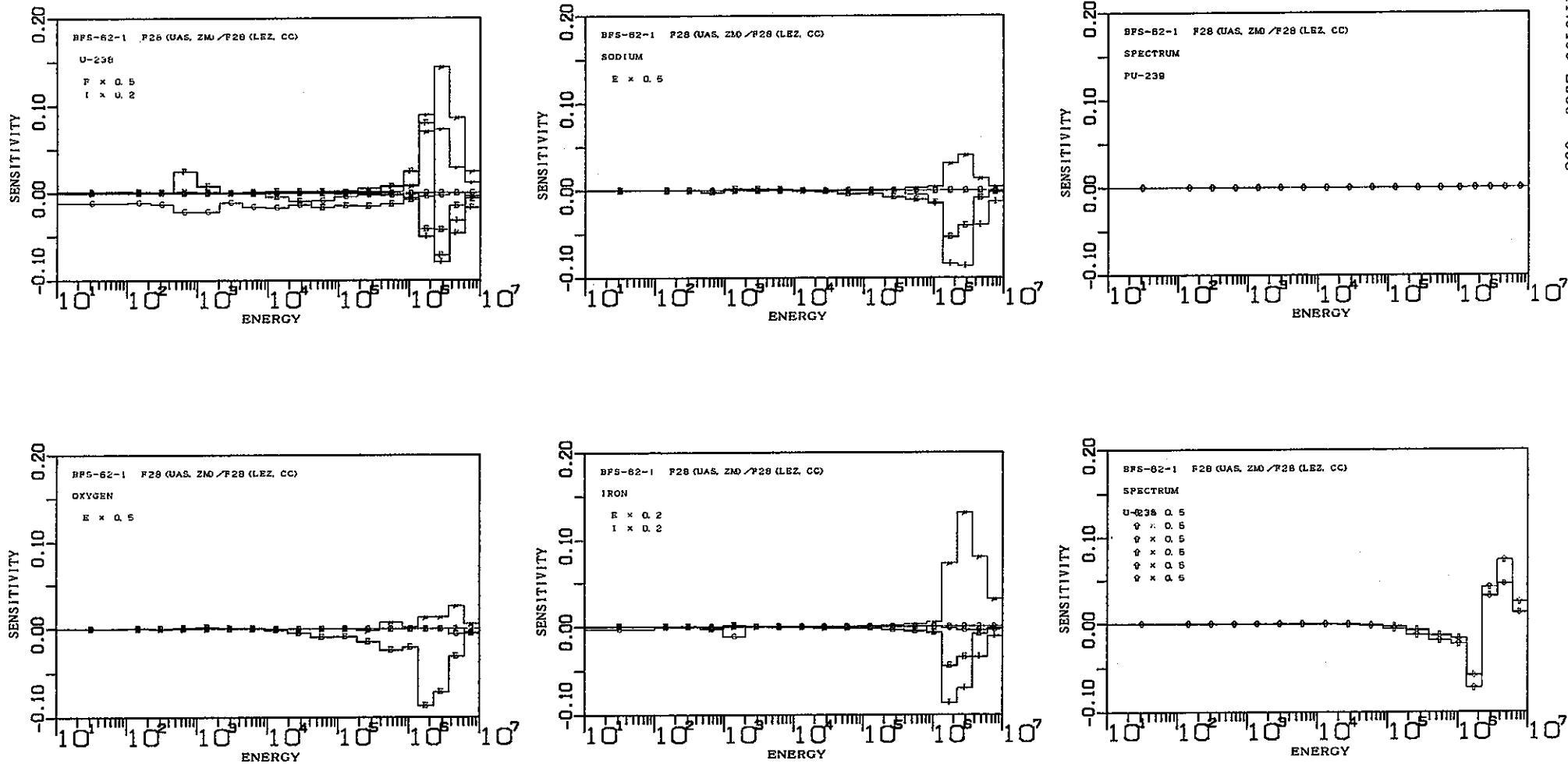


Fig.E.16 BFS-62-1 炉心：反応率分布(F28(UAS, ZM)/F28 (LEZ,CC))に対する感度係数

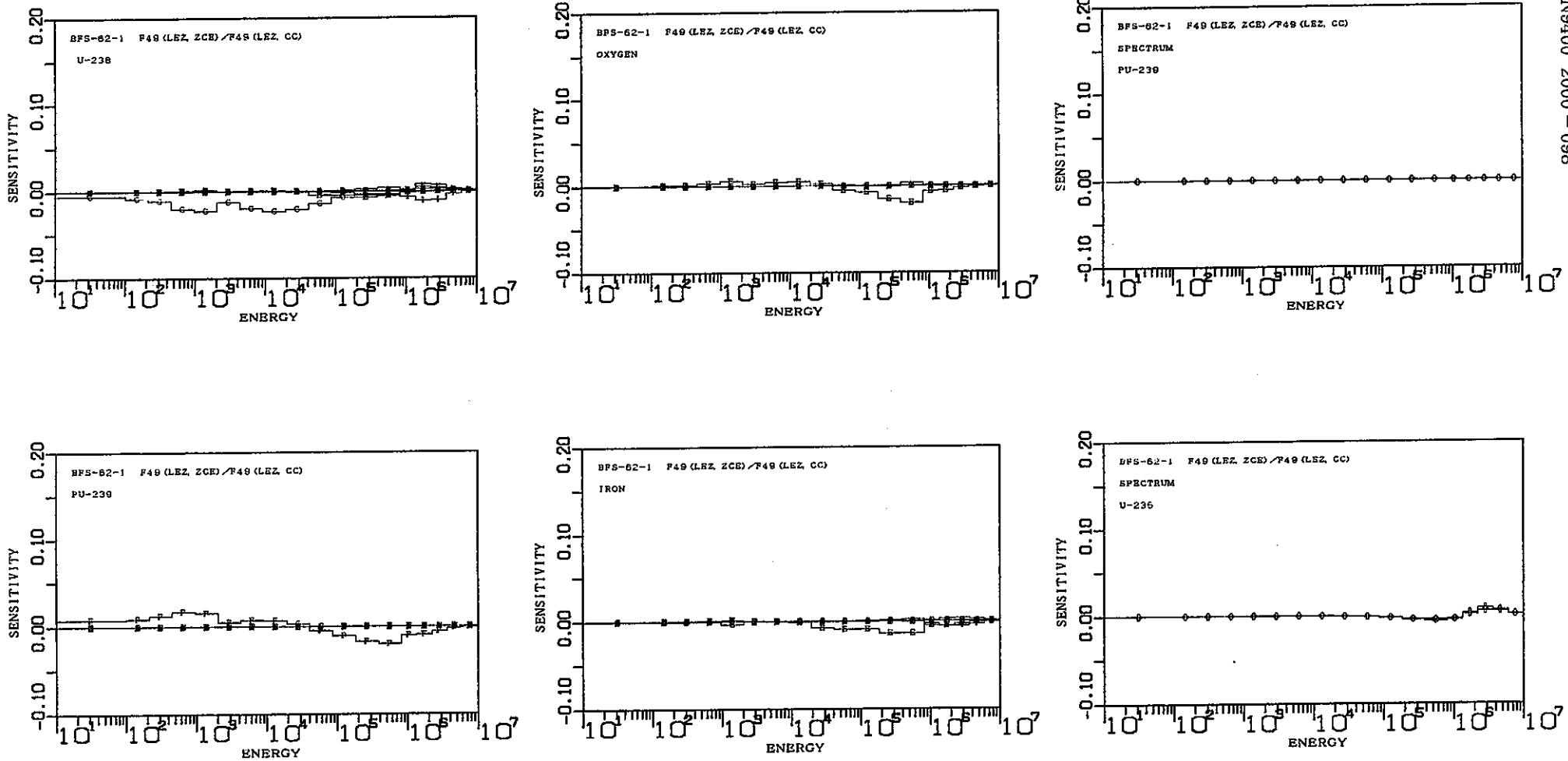


Fig.E.17 BFS-62-1 炉心：反応率分布(F49(LEZ, ZCE)/F49 (LEZ,CC))に対する感度係数

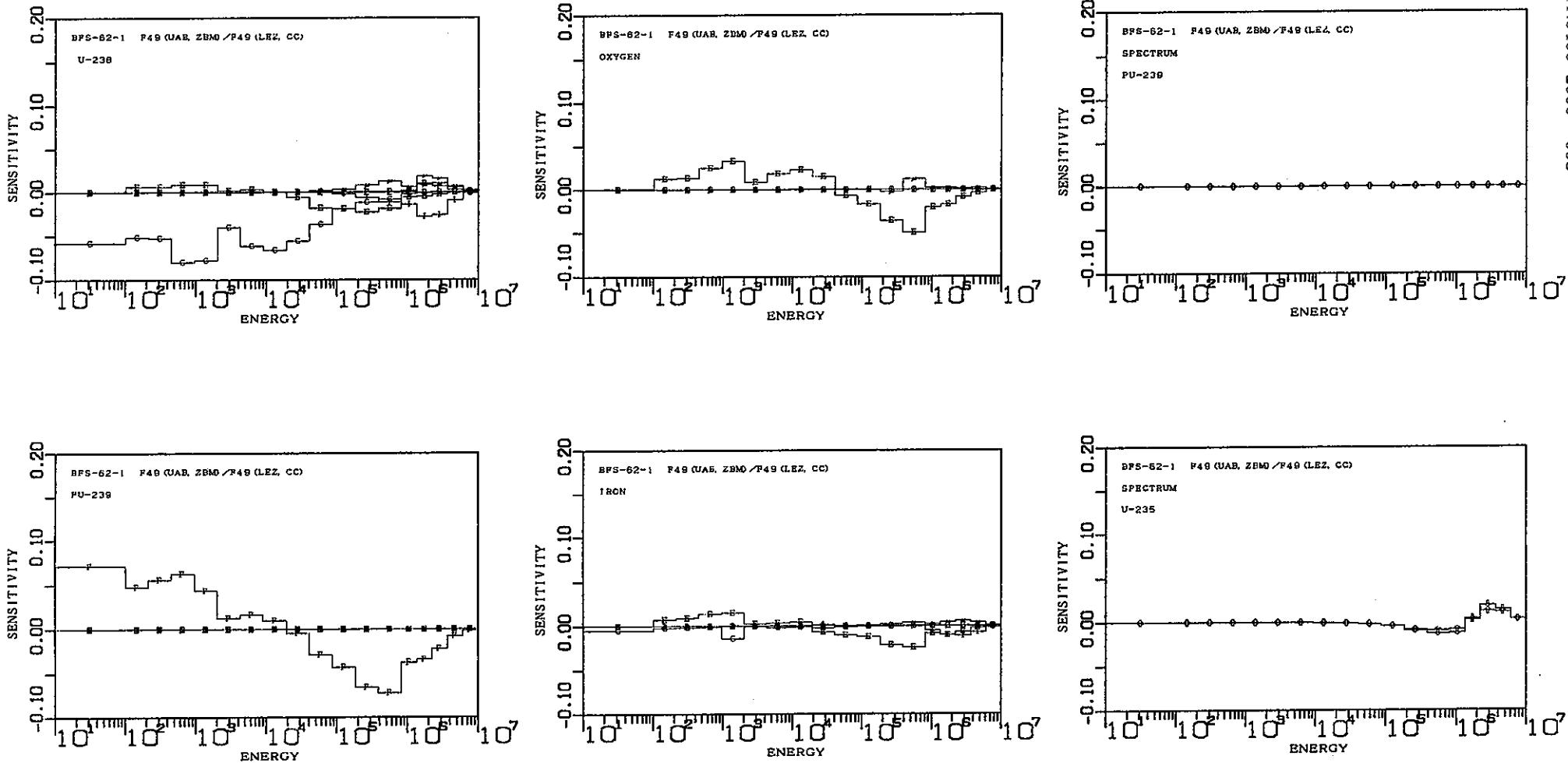


Fig.E.18 BFS-62-1 炉心：反応率分布(F49(UAB, ZBM)/F49 (LEZ,CC))に対する感度係数

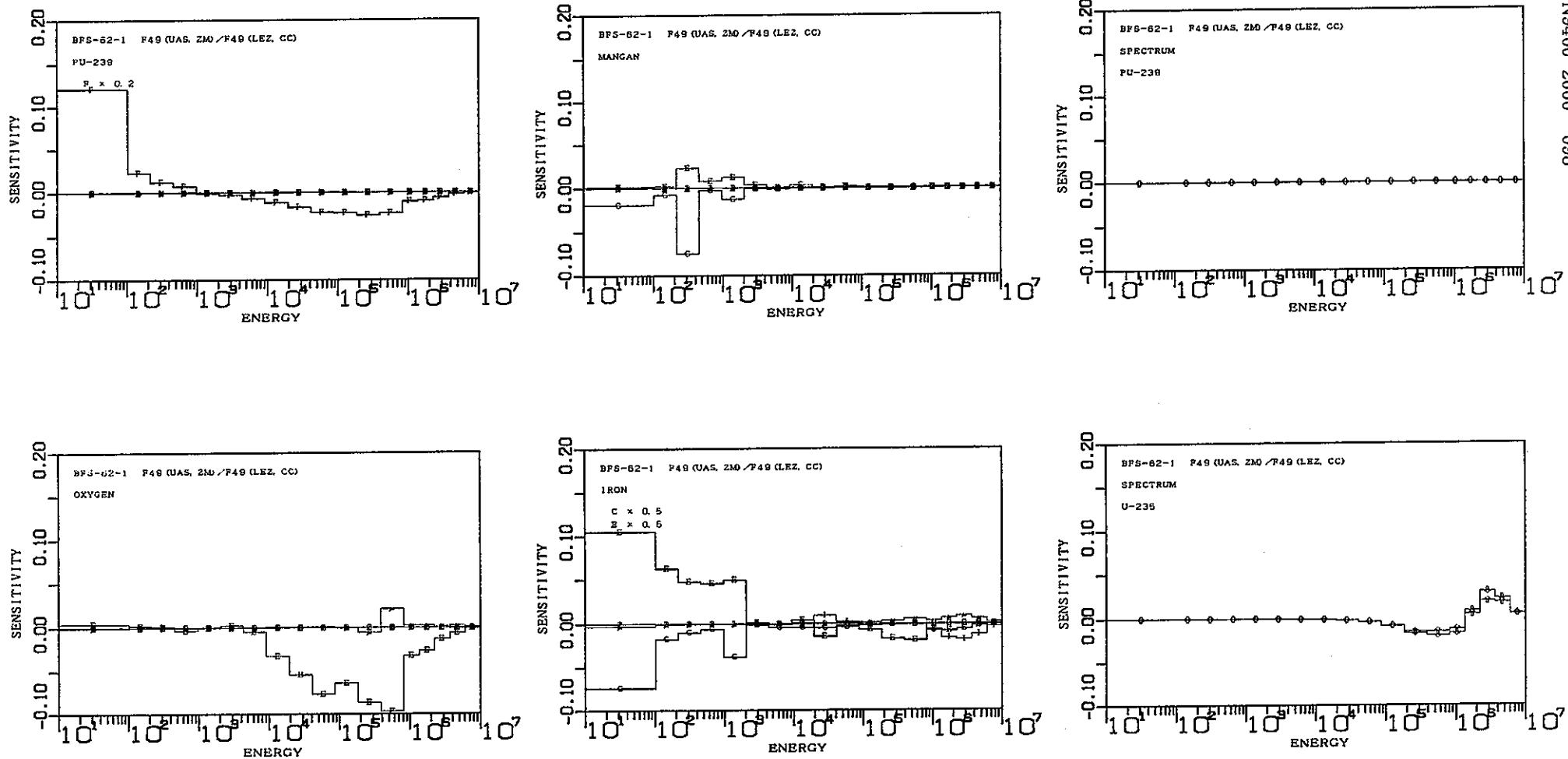


Fig.E.19 BFS-62-1 炉心：反応率分布(F49(UAS, ZM)/F49 (LEZ,CC))に対する感度係数

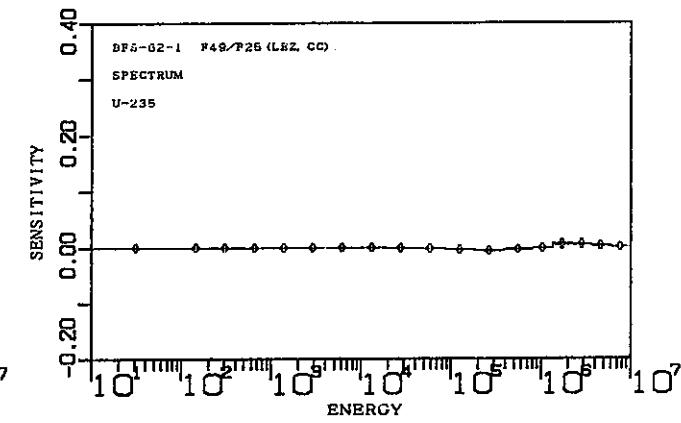
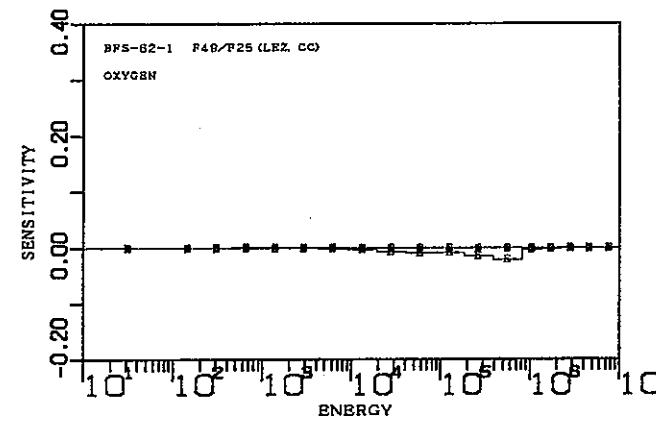
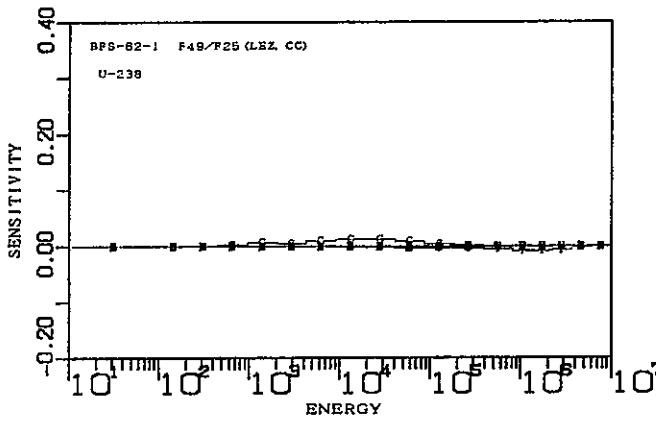
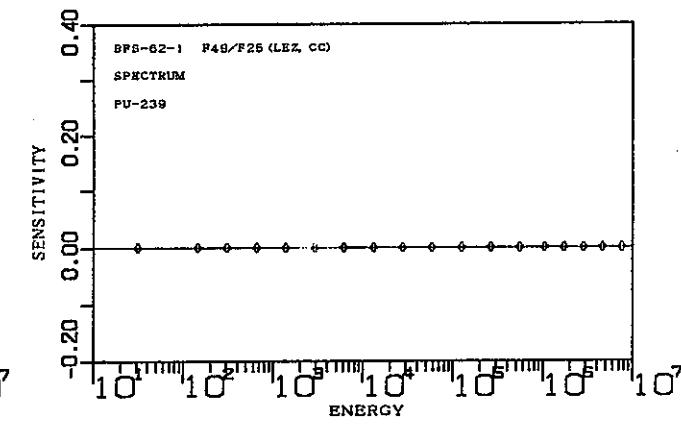
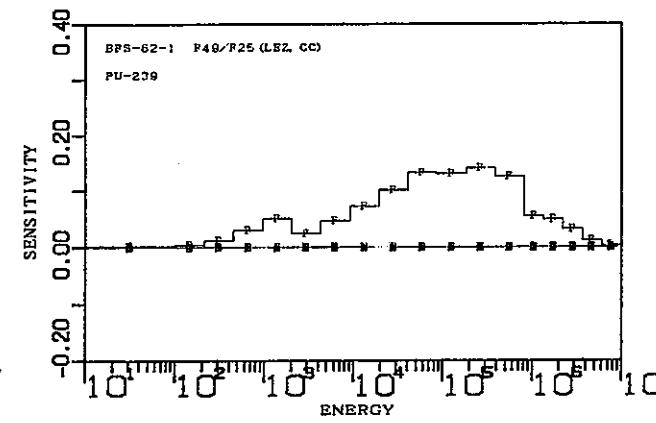
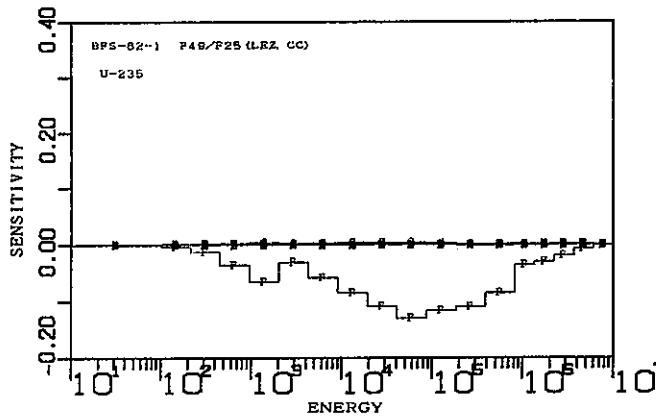


Fig.E.20 BFS-62-1 炉心：反応率比(F49/F25)に対する感度係数

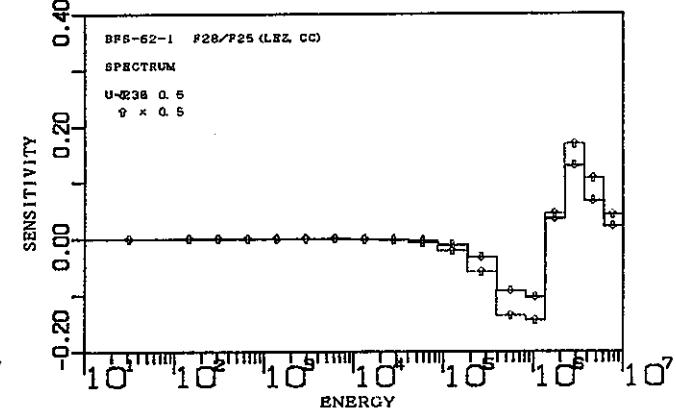
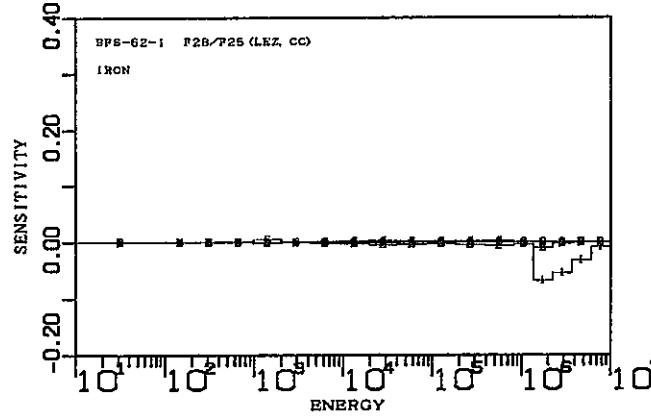
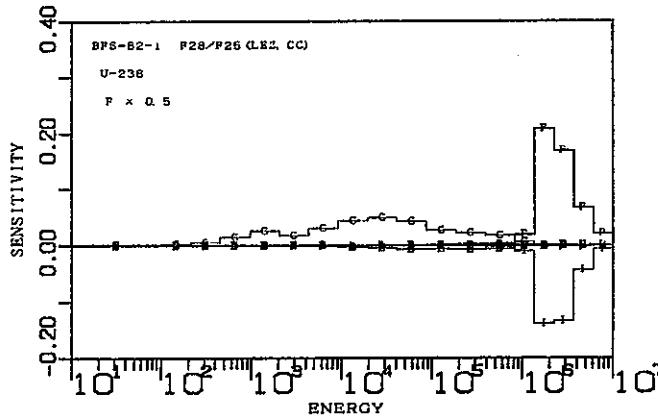
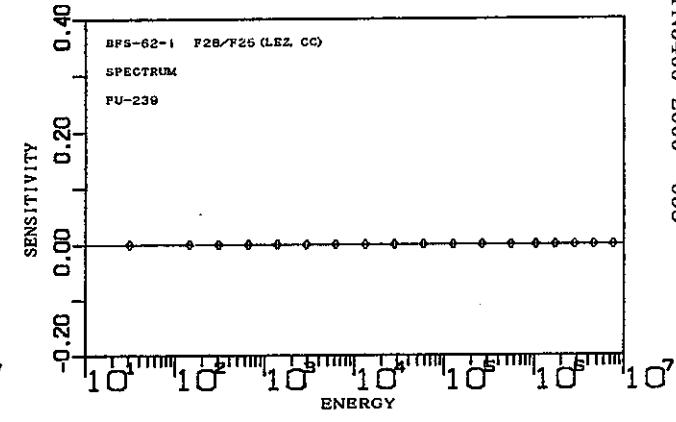
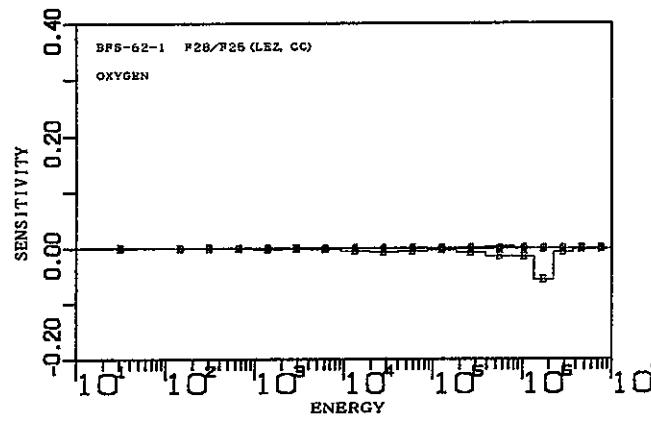
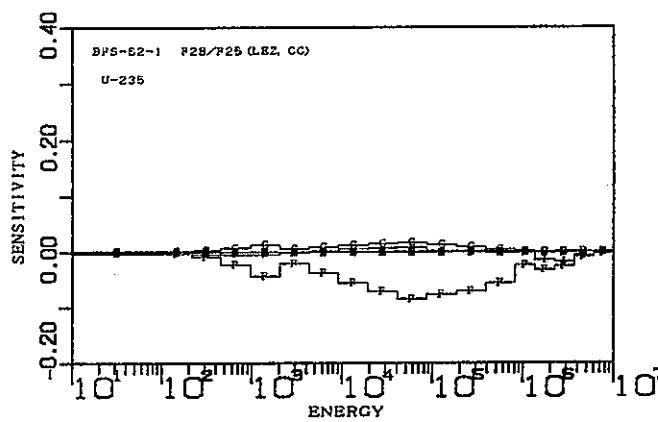


Fig.E.21 BFS-62-1 炉心：反応率比(F28/F25)に対する感度係数

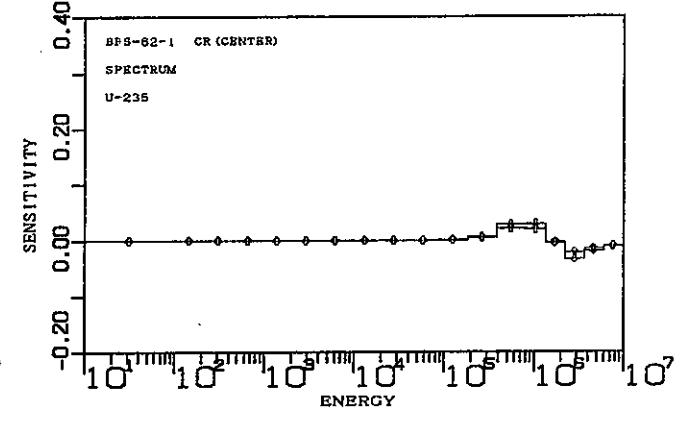
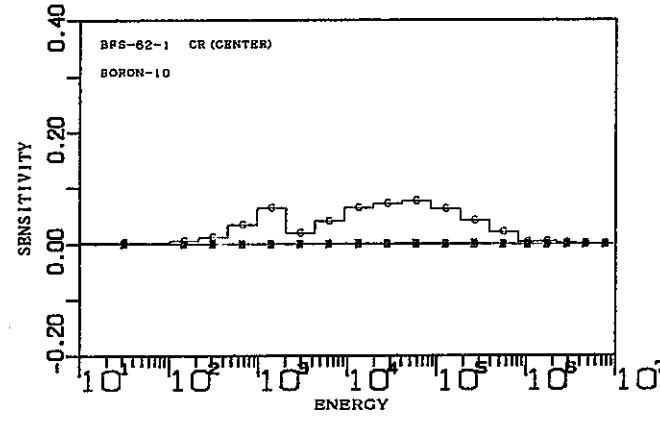
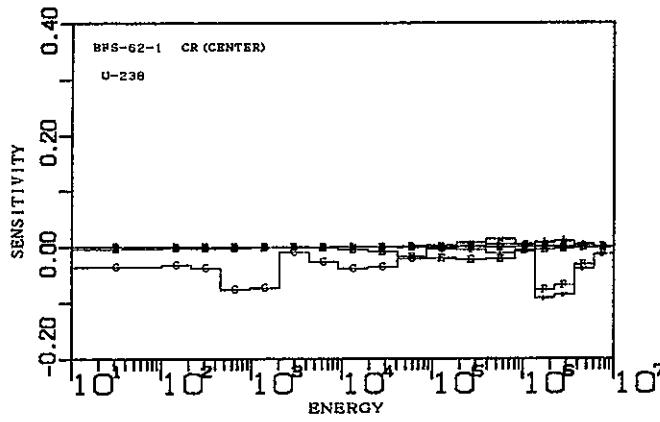
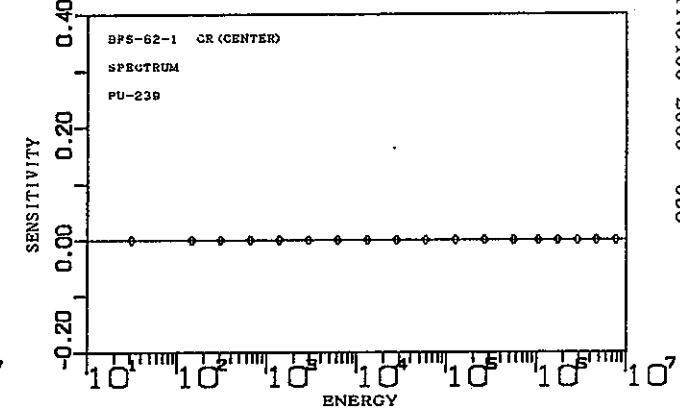
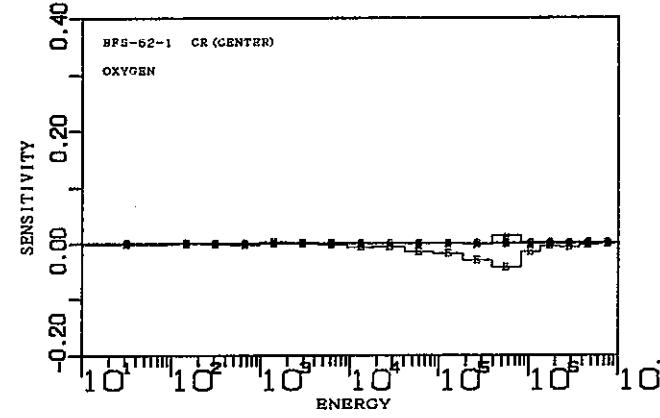
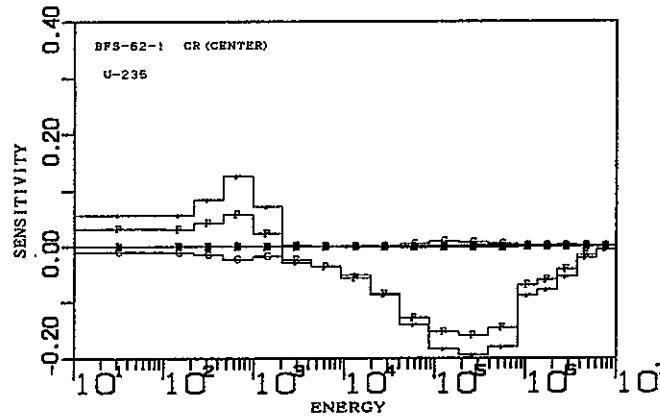


Fig.E.22 BFS-62-1 炉心：制御棒価値に対する感度係数